

**Vysoká škola báňská - Technická universita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Institut dopravy**

**Návrh na stavebně-technické úpravy křižovatky Lidická – Čsl.  
armády ve městě Šumperk**

**Proposal of Build-Technical Modifications of Intersection Lidická –  
Čsl. armády in Šumperk-City**

**Student: Pavel Křepelka**

**Vedoucí bakalářského projektu: Ing.Vladislav Křivda, Ph.D.**

**Šumperk 2009**



### **Prohlášení studenta**

**Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.**

V Ostravě .....

-----  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) , má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít ( § 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezentačnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou uveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů ( zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Pavel Křepelka

Hrabišín 285

788 04

V Ostravě : .....

.....

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**KŘEPELKA P.** Návrh na stavebně-technické úpravy křižovatky Lidická – Čsl. armády  
ve městě Šumperk

**Ostrava:** Institut dopravy, VŠB – Technická universita

**Ostrava, 2009, 46 s.**

**Bakalářská práce, vedoucí: Ing. Křivda Vladislav, Ph.D.**

V bakalářské práci jsou popsány a vyhodnoceny nehodové události na křižovatce ulic Lidická – Čsl. armády ve městě Šumperk podle jednotlivých příčin. Dále byla provedena jejich analýza a rozbor.

Na základě zjištěných poznatků bylo provedeno vyhodnocení a návrh stavebních úprav křižovatky Lidická – Čsl. armády a ulice Čsl. armády vedoucí ke snížení rychlosti projíždějících automobilů a ke zvýšení bezpečnosti všech účastníků silničního provozu v dané lokalitě. K tomuto zklidnění bylo použito vložení směrového ostrůvku na vjezdu do města a úprava křižovatky průsečné na křižovatku okružní.

## **ANNOTATION OF THESIS**

**KŘEPELKA P.** Proposal of Build-Technical Modifications of Intersection Lidická – Čsl. armády in Šumperk-City

**Ostrava:** Institute of Transport, Faculty of Mechanical

**Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 46 s.**

**Bachelor, head: Ing. Křivda Vladislav, Ph.D.**

This thesis describes and values traffic accidents on the crossroad of the Lidická - Csl. Army Streets in the city by Šumperk causes. It also carries out their analysis and study.

Based on knowledge was done evaluation and design of construction works Lidická crossroads - Csl. Army and Csl. Army to reduce the speed of passing cars and to increase the safety of all road users in a particular locality. In order to reach this “calming” there has been realised the implement of the directional island at the entry of the city and accommodation of the road junction towards the traffic circle.

## **Obsah bakalářské práce:**

<b>Seznam použitých zkratk, symbolů a značek.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Popis křižovatky ulic Lidická – Čsl. armády .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Dopravní nehodovost na křižovatce ulic Lidická – ČSA.....</b>	<b>13</b>
3.1 Rozbor nehodové události ze dne 25. května 2008 .....	17
3.2 Provedení výpočtu brzdné dráhy vozidla.....	19
<b>4. Návrh stavebně – technických úprav křižovatky .....</b>	<b>25</b>
4.1 Změna typu křižovatky .....	26
4.1.1 Miniokružní křižovatky.....	28
4.1.2 Okružní křižovatky .....	29
4.1.3 Dopravní značení a osvětlení.....	31
4.2 Výpočty stávající průsečné křižovatky .....	32
4.3 Výpočet kapacity navrhované okružní křižovatky .....	33
<b>5. Zhodnocení návrhů z ekonomického a bezpečnostního hlediska .....</b>	<b>37</b>
5.1 Finanční zajištění projektu .....	37
5.2 Opatření ke zvýšení bezpečnosti .....	38
<b>6. Závěr .....</b>	<b>42</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>45</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>46</b>

## Seznam použitých zkratk, symbolů a značek

<b>Zkratka</b>	<b>Název</b>
----------------	--------------

C .....	kolizní bod odbočný při výjezdu z okružní křižovatky (metoda EPFL)
---------	---

C' .....	kolizní bod přípojný na vjezdu do okružní křižovatky (metoda EPFL)
----------	---

C <sub>i</sub> .....	rezerva výkonnosti křižovatkového proudu
----------------------	--

ČSA, Čsl. armády.....	ulice Československé armády
-----------------------	-----------------------------

ČR.....	Česká republiky
---------	-----------------

DN.....	dopravní nehoda
---------	-----------------

DP.....	dopravní proud
---------	----------------

EPFL .....	Exile Polytechniques Federále de Lausanne
------------	---

j.v. ....	jednotkové vozidlo
-----------	--------------------

odst. ....	odstavec
------------	----------

písm. ....	písmene
------------	---------

Sb. ....	sbírky
----------	--------

TP .....	technické podmínky
----------	--------------------

voz .....	vozidel
-----------	---------

$L_e$  ..... kapacita jednoho vjezdu při výpočtu metodou EPFL [j.v./h]  
 $N_i$  ..... návrhová intenzita [voz/hod]  
 $N_{i,24}$  ..... návrhová intenzita počtu vozidel za 24 hodin [voz/24 hod]  
 $Q_k$  ..... intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi  
výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem  
[j.v./h]  
 $Q_a$  ..... intenzita dopravního proudu na výjezdu [j.v./h]  
 $Q_e$  ..... intenzita dopravního proudu na vjezdu [j.v./h]  
 $t$  ..... čas [s]  
 $\alpha$  ..... faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu  
okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti  $\underline{b}$  mezi  
dvěma kolizními body  $\underline{C}$  a  $\underline{C'}$



# 1. Úvod

Rozvoj automobilové dopravy má velkou řadu příznivých pozitiv, avšak současně sebou přináší i mnoho negativ v důsledku zvýšeného provozu ve městech a obcích. Ve městech se jedná o velkou koncentraci vozidel především na křižovatkách, kde vzniká mnoho konfliktních situací, poněvadž zde vozidla projíždějí různými směry. Na průsečné křižovatce je 4x více konfliktních míst možného střetu s jiným vozidlem než na křižovatce okružní. Proto se stále více uplatňuje dopravní zklidňování místních komunikací a svým způsobem řešení rozporu mezi nárůstem počtu a rychlostního potenciálu motorových vozidel, kde je důsledkem celkové znehodnocení životních podmínek obyvatel měst a obcí.

Ulice, náměstí a další veřejná prostranství měst a obcí jsou místa, kde se každý den odehrává značná část společenského dění. Tato místa neslouží pouze k dopravě, ale jsou to místa, kde se setkávají pracující lidé, starší spoluobčané, občané tělesně postižení a také hrající si děti. Proto hledáním optimálního uspořádání těchto míst by se kromě odborníků různých profesí měla podílet i širší veřejnost, aby všechny zájmy daného problému byly sladěny. Je nutné vyvarovat se chyb z minulosti, kdy byli preferováni motoristé a přehlíženi všichni ostatní.

Pro svoji práci jsem si zvolil průsečnou křižovatku ulic Lidická a Československé armády a to z důvodu, že ulice Lidická je silnicí II. třídy č. 446, která je spojnici mezi městy Olomouc - Uničov – Šumperk a dále do obcí Bratrušov – Hanušovice až k hranicím s Polskou republikou. V době od dubna do listopadu je přes tuto ulici přesměrována veškerá tranzitní doprava do okresu Jeseník, a to z důvodu opravy silnice I. třídy č. 44, která je spojnici mezi okresními městy Šumperk a Jeseník. Tato křižovatka je vedena u policie ČR jako problémová, protože zde od dubna do listopadu dochází k nárůstu dopravních nehod, z důvodu nedání přednosti v jízdě a to při odbočování vlevo.

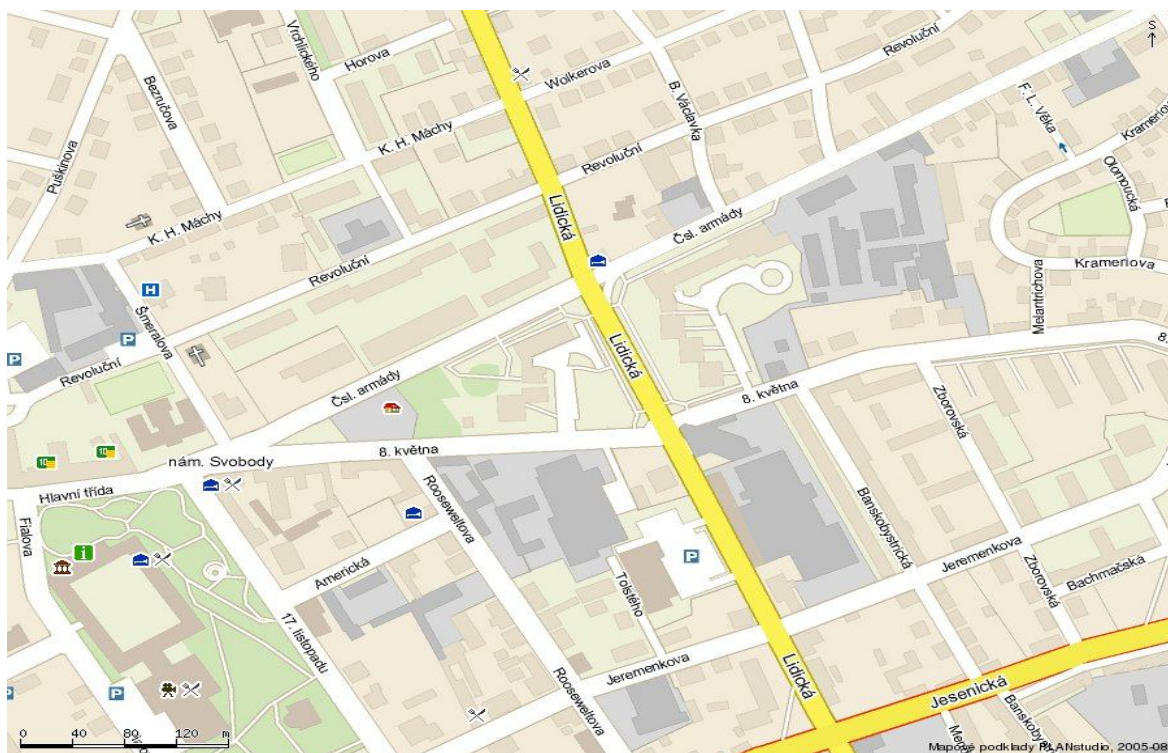
Cílem práce je rozbor nehodových událostí na zvolené křižovatce, posouzení jejich příčin a navrnutí opatření na zvýšení bezpečnosti všech účastníků silničního provozu. Zvolil jsem variantu změny křižovatky z typu průsečné na okružní, poněvadž si myslím, že je nejbezpečnějším typem křižovatky pro všechny účastníky silničního provozu.

## 2. Popis křižovatky ulic Lidická – Čsl. armády

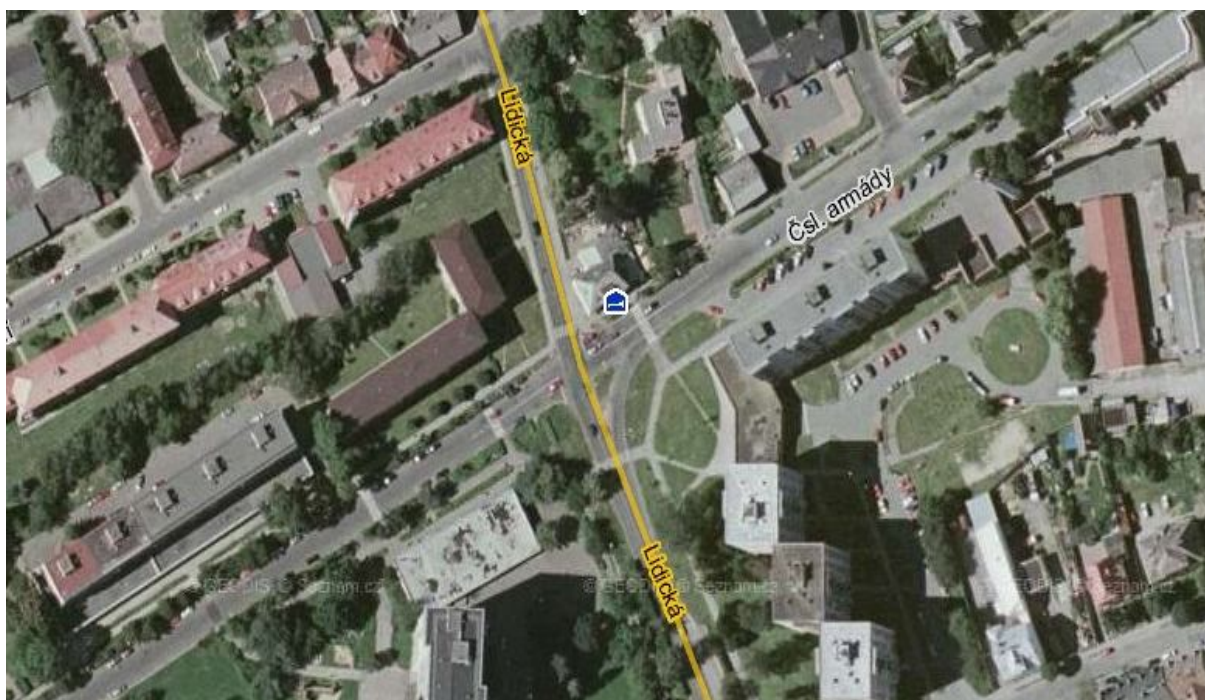
Vybraná lokalita se nachází v katastrálním území města Šumperk. Jedná se o křižovatku místních komunikací [1] a to ulic Lidická a Československé armády. Ulice Lidická je silnicí II. třídy, číslo 446, která je spojnici mezi obcemi Olomouc – Uničov- Nový Malín Šumperk- Hanušovice a dále směřuje až k hranicím s Polskou republikou. Ulice Lidická na výjezdu z města Šumperka směrem na obec Nový Malín přechází v ulici Uničovskou a na výjezdu z města směrem na obec Bratrušov přechází v ulici Vítěznou. Od svého počátku je tato komunikace označena dopravní značkou P 2 – „Hlavní pozemní komunikace“ – a to v celé svojí délce, kromě místa, kde dochází ke křížení s ulicí Jesenickou, která je průtahem silnice I. třídy č. 11, je vedena jako vedlejší pozemní komunikace, kde je přednost upravena dopravní značkou P 6 - „Stůj, dej přednost v jízdě“ v obou směrech spolu s vodorovnou dopravní značkou V 5 – „Příčná čára souvislá“. Po ulici Lidická je povolen provoz bez jakéhokoliv omezení místní nebo přechodovou úpravou. Výhledové poměry na ulici Lidické jsou dostatečné.

Ulice Československé armády je místní komunikací III. třídy . Od svého počátku na vjezdu do uzavřené obce z extravilánu od stykové křižovatky se silnicí I. třídy č. 11 směřující od obce Rapotín až po křižovatku silnic s ulicí Lidická je tato komunikace označena dopravní značkou P 2 – „ Hlavní pozemní komunikace“. V místě křížení s ulicí Lidická je vedena jako vedlejší pozemní komunikace, kde je přednost upravena dopravní značkou P 4 – „Dej přednost v jízdě“ v obou směrech spolu s dopravní vodorovnou značkou V 5 – „ Příčná čára souvislá. Dále tato komunikace je v délce 270m vedena jako hlavní pozemní komunikace a označena dopravní značkou P 2 – „ Hlavní pozemní komunikace“ až po ulici nám. Svobody, v kterou přechází.

Samotná křižovatka leží v místě s hustou obytnou zástavbou, zejména výškových panelových domů. Jak již bylo předestřeno ulice Lidická je od měsíce dubna do měsíce listopadu využívána k přesměrování veškeré dopravy z města Šumperk do města Jeseník z důvodu opravy silnice I. třídy č. 44. a dále na ulici Vítězná je postavena obchodní zóna. I na ulici Československé armády v posledních letech prudce narůstá doprava z důvodu, protože tato ulice spojuje okraj města Šumperka, na kterém se rozrůstá nová obytná zóna.



Obrázek 1 – Situační mapa ulic Jesenická, Lidická, ČSL. armády – orientační mapa [7]



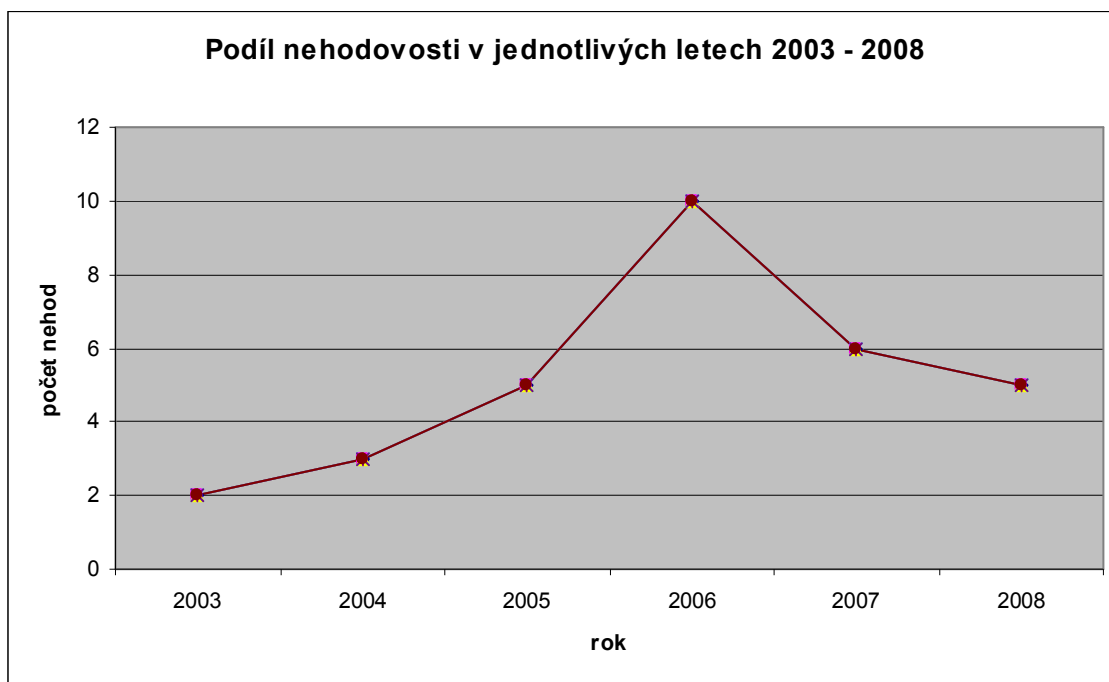
Obrázek 2 – Situační mapa ulic Lidická , ČSL. armády – ortofoto [7]

V ranních hodinách na této křižovatce hlídka městské policie města Šumperk pravidelně vykonává dohled nad dodržováním pravidel silničního provozu dle zákona č. 361/2001 Sb., zejména z důvodu dodržování § 5 odst. 1 písm. h), kdy řidiči motorových vozidel neumožňují osobám a zejména dětem jdoucím do škol, bezpečné přejití přechodů, které se nacházejí v blízkosti křižovatky. Z důvodu sklonových poměrů ulice ČSA je v tomto úseku přenášena vysoká rychlost jednak do obce, a vzhledem k vhodným směrovým poměrům v intravilánu až do výše zvedené křižovatky. Auta zde velmi často při vjezdu do obce překročí i rychlost 70 km/h.

Dalším důvodem výběru této křižovatky je fakt, že ulice ČSA je vedena jako trvale problémový úsek komunikace u Policie ČR.

### 3. Dopravní nehodovost na křižovatce ulic Lidická – ČSA

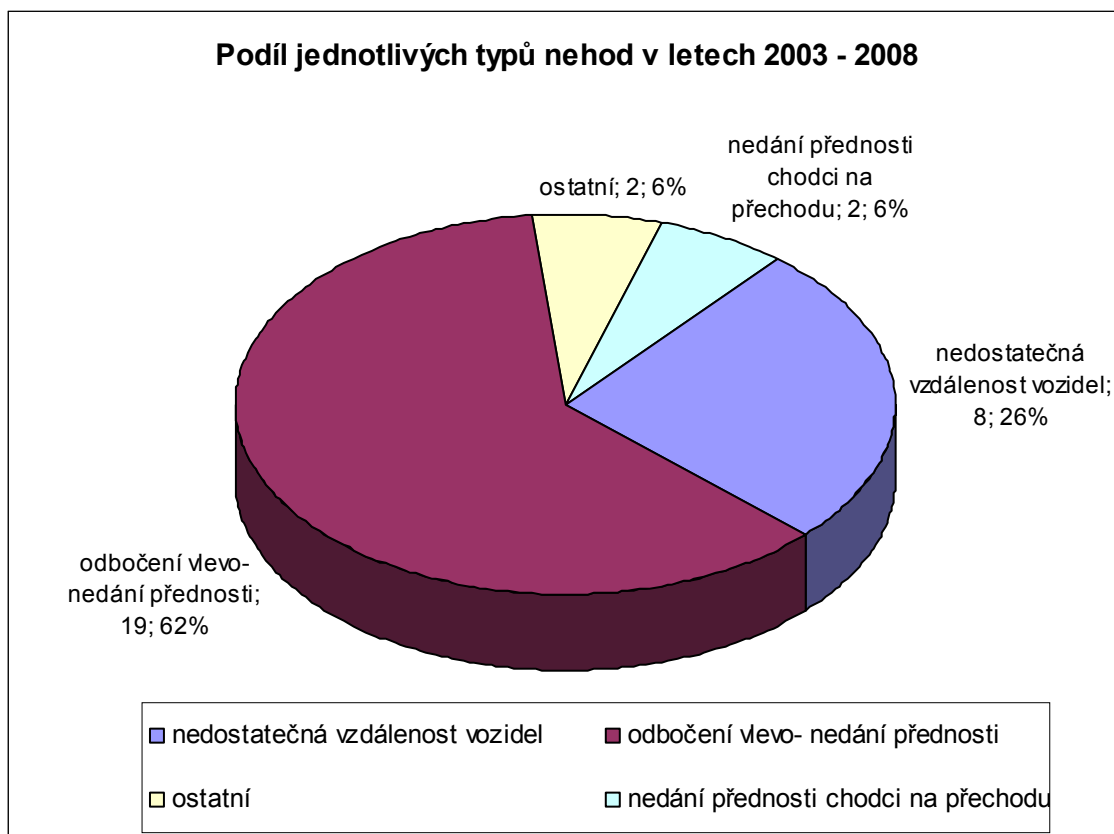
Z evidence Policie České republiky, Dopravního inspektorátu Šumperk byl získán přehled dopravních nehod, které se staly na křižovatce ulic Lidická - ČSA v letech 2003 – 2008 [6]. Získané údaje byly zpracovány a rozčleněny do grafů podle počtu dopravních nehod v jednotlivých letech.



**Graf 1 – Podíl nehodovosti na křižovatce ulic Lidická – ČSA v letech 2003 - 2008**

Z uvedeného grafu vyplývá, že největší nárůst nehodových událostí na křižovatce ulic Lidická – ČSA byl v roce 2006 a to 10 nehodových událostí. Tento nárůst byl zapříčiněn přesměrováním veškeré tranzitní dopravy do okresu Jeseník, z důvodu opravy silnice I. třídy č. 44 v době od měsíce dubna do měsíce listopadu. Tato silnice je spojnici mezi okresními městy Šumperk a Jeseník.

Dále byl proveden rozbor nehodových událostí podle jednotlivých příčin dopravních nehod. Informace získané z evidence dopravních nehod PČR byly zpracovány a vloženy do grafu podle jednotlivých příčin dopravních nehod.



**Graf 2 – Příčiny dopravních nehod**

Celkem v letech 2003 – 2008 došlo na dané křižovatce k 31 dopravním nehodám. Nejedná se o velkou nehodovost v průběhu 6 let. V přepočtu na jeden rok se jedná o 5 dopravních nehod za 1 rok. Z grafu 2 je zřejmé, že největší podíl na nehodových událostech na dané křižovatce je zapříčiněn nedáním přednosti v jízdě vozidlu jedoucímu po hlavní silnici, a to celkem v 19 případech. V těchto nehodových událostech se vždy se jednalo o vjíždění s vedlejší komunikace na komunikaci hlavní.

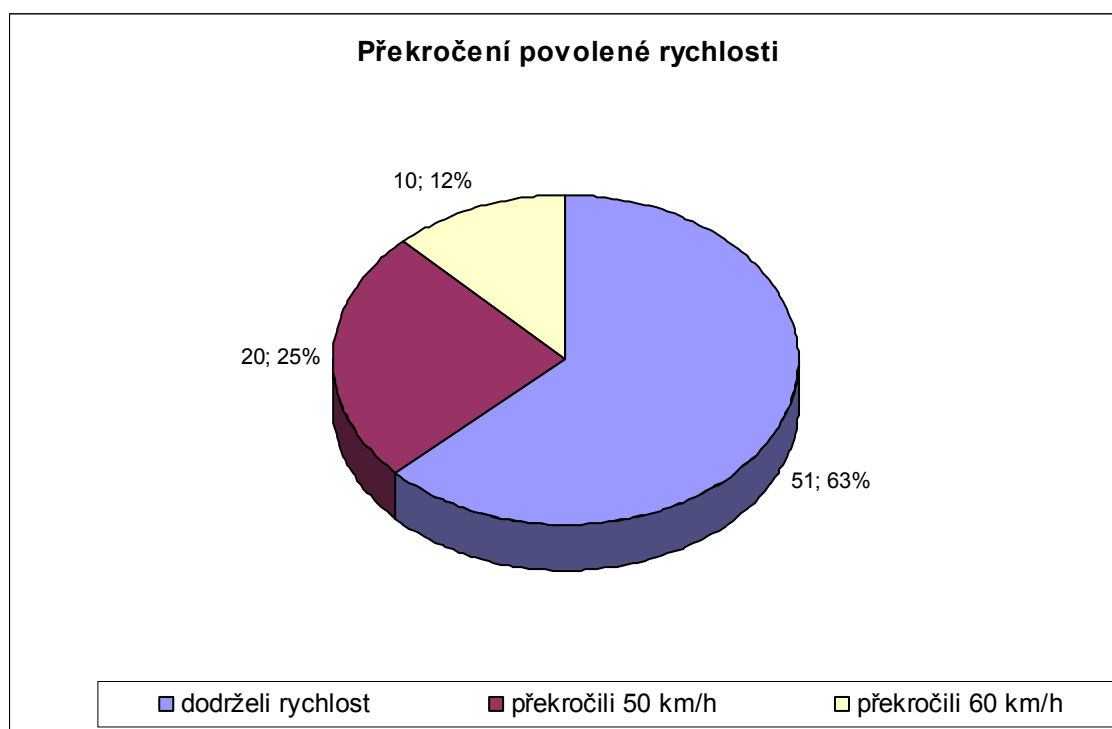
Z těchto 19 nehodových událostí bylo 16 nehodových událostí způsobeno na příjezdu od obce Rapotín po ulici ČSA. K tomuto faktoru nejvíce přispívá délka této komunikace - 900 m a její šířka 9 m pro oba směry.

Od vjezdu do města až po křižovatku s ulicí Lidická je ulice ČSA značena dopravní značkou P 2 – „Hlavní pozemní komunikace“. Při průjezdu touto ulicí vzniká u řidiče klamná představa psychologické přednosti v jízdě, kdy si řidič myslí, že v místě křížení s ulicí Lidická se stále nachází na hlavní pozemní komunikaci a nevěnuje patřičnou pozornost dopravnímu značení u uvedené křižovatky.

Přehled dopravních nehod je uveden v číslované příloze č. 3 Výčet dopravních nehod na křižovatce ulic Lidická – Čsl. armády v letech 2006 – 2008

Při sčítání intenzit zatížení jednotlivých komunikací na křižovatce ulic Lidická – Čsl. armády jsem zjistil, že v době, a to mimo dopravní špičku, kdy po vedlejší pozemní komunikaci ulice Čsl. armády přijíždí ke křižovatce řidič s motorovým vozidlem a nevidí, že by se na křižovatce v tuto dobu nacházelo jiné vozidlo, které by dávalo přednost v jízdě vozidlům přijíždějících po hlavní pozemní komunikaci ulice Lidická, tak řidič tohoto vozidla, přijíždějícího po vedlejší pozemní komunikaci, začne zpomalovat rychlost svého vozidla těsně před hranicí křižovatky. V několika případech došlo i k prudkému zablokování kol a vzniku blokovací stopy od kol vozidla. Z tohoto důvodu jsem ve spolupráci s dopravní policií ČR provedl 6 hodinové měření rychlosti přijíždějících vozidel po vedlejší pozemní komunikaci ulice Čsl. armády ke křižovatce ulic Lidická – Čsl. armády. Provedené měření bylo rozděleno do 2 časových intervalů, a to v dopoledních hodinách od 08.00 hod. do 11.00 hodin a v odpoledních hodinách od 15 hod. do 18 hodin. Tyto intervaly jsem vybral podle evidence dopravních nehod, ke kterým došlo v letech 2003 – 2008, a ze kterých jsem zjistil, že nejvíce dopravních nehod bylo v době od 8 hod. do 12 hodin, a to celkem 13 nehod, v době od 14 hod. do 18 hodin se stalo celkem 14 nehod.

Měření rychlosti bylo provedeno ve vzdálenosti 100 m před hranicí křižovatky u svislé dopravní značky P 4 „Dej přednost v jízdě“ a dodatkové značce E 3b „STOP-100 m“, umístěné pod svislou značkou P4 „Dej přednost v jízdě“. Celkem byla změřena rychlost 81 projíždějícím vozidlům. Jak je patrné z grafu č. 4, asi 25 % řidičů z celkového počtu změřených motorových vozidel překročilo povolenou rychlost 50 km/h a 10 % řidičů překročilo rychlost 60 km/h. Při prováděné kontrole byla měřena rychlost všech motorových vozidel, včetně vozidel nákladních. Řidičům, kteří se dopustili přestupku proti bezpečnosti a plynulosti silničního provozu (překročení povolené rychlosti v obci) byla na místě uložena bloková pokuta.



**Graf č. 3 – překročení povolené rychlosti na pozemní komunikaci ulice Čsl. Armády  
v Šumperku**



### 3.1 Rozbor nehodové události ze dne 25. května 2008 [6]

Pro podrobnější rozbor na řešené křižovatce byla vybrána jedna z nehodových událostí při níž došlo ke střetu dvou nákladních vozidel [6]. Řidič jedoucí ve vozidle Ford Tourneo Connect, přijížděl k dané křižovatce po vedlejší pozemní komunikaci – ulici ČSL. Armády a dále chtěl pokračovat v přímém směru jízdy směrem k ulici nám. Svobody. Při příjezdu k hranici křižovatky přehlédl svislé dopravní značení – dopravní značku P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ a vodorovnou dopravní značku V 5 – „Příčná čára souvislá“. Řidič vozidla vjel do křižovatky, kde si na poslední chvíli všimnul přijíždějícího vozidla Mercedes Benz Actros 1840LS, které přijíždělo po hlavní pozemní komunikaci - ulici Lidická a pokračovalo v přímém směru ulicí Lidická. Řidič vozidla Ford Tourneo Connect po spatření vozidla přijíždějícího z pravé strany ihned počal intenzivně brzdit, s vozidlem najel do křižovatky, kde došlo ke střetu s nákladním vozidlem Mercedes Benz Actros 1840LS.

Z výpovědi řidiče vozidla Ford Tourneo Connect, který nehodu zavinil vyplynula mylná představa, že když vjel do obce Šumperk od obce Rapotín a projížděl po ulici Čsl. armády, tak viděl, že tato je značena dopravní značkou P 2 – „Hlavní pozemní komunikace“. Tuto značku uviděl umístěnou ještě na dvou místech v této ulici. Když projížděl touto ulicí, tak si všimnul, že před ním asi ve vzdálenosti cca 150 m jede jiné osobní vozidlo, které na křižovatce odbočilo doprava. Při odbočování tohoto vozidla řidič nepostřehнул, že by vozidlo na uvedené křižovatce zastavilo nebo zpomalilo.

Odbočení před ním jedoucího vozidla, pocit šíře uvedené komunikace a umístění svislé dopravní značky P 2 – „Hlavní pozemní komunikace“ ho utvrdil v tom, že jede po hlavní pozemní komunikaci.

Z tohoto důvodu, když přijížděl ke křižovatce již nevěnoval patřičnou pozornost dopravnímu značení umístěnému 100 m před křižovatkou, a to svislé dopravní značce P 4 „Dej přednost v jízdě“ a dodatkové značce E 3b „STOP-100 m“, umístěné pod svislou značkou P4 „Dej přednost v jízdě“. Když řidič s vozidlem přijel ke křižovatce, tak si na poslední chvíli všimnul svislé dopravní značky P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ a vodorovné dopravní značky V 5 – „Příčná čára souvislá“, které jsou umístěny před hranicí křižovatky.

V tomto okamžiku si dále všimnul příjezdějícího nákladního vozidla zprava. Řidič intenzivně sešlápnul brzdový pedál, ale i po intenzivním brždění narazil do levého předního kola vozidla Mercedes Benz, které příjíždělo po hlavní pozemní komunikaci Lidická ve směru od ulice Vítězná a pokračovalo v přímém směru k ulici Jesenická.

Po provedeném prostudování spisového materiálu uvedené dopravní nehody a z výpovědi viníka dopravní nehody byl vyvozen závěr, že u řidiče při průjezdu ulice ČSL Armády vznikla klamná představa, že jede po hlavní pozemní komunikaci a nevěnuje patřičnou pozornost dopravnímu značení. Dále nejen v našem případě, ale i v dalších nehodových událostech přispívá ke vzniku nehodových událostí i omezený výhled do ulice Lidická vpravo, který je částečně snížen budovou restaurace Biker's bar.

Z výpovědi řidiče druhého nákladního vozidla Mercedes Benz, který byl také účastníkem nehody bylo zjištěno, že když jel s vozidlem po hlavní pozemní komunikaci Lidická směrem od ulice Vítězná, tak musel s vozidlem před křižovatkou silnic Lidická – Čsl. armády zpomalit, a to z důvodu, že v době, když ke křižovatce příjížděl, tak po přechodu pro chodce přes hlavní pozemní komunikaci Lidická přecházeli chodci, kteří dokončovali přecházení. Mírným bržděním zpomalil rychlost vozidla, nemusel však s vozidlem zastavit. V okamžiku, když s vozidlem přijel do těsné blízkosti křižovatky, tak si všimnul, že z levé strany do křižovatky vjíždí vozidlo. Řidič nákladního vozidla Mercedes Benz také okamžitě začal intenzivně brzdít a tomuto vozidlu se snažil vyhnout tím, že se svým vozidlem najel blíže k pravému okraji pozemní komunikace. Střetu však nezabránil.

Přehled fotografií z řešené dopravní nehody je uveden v číslované příloze č. 4: Fotodokumentace dopravní nehody

Plánek místa dopravní nehody, z kterého byly čerpány podklady pro výpočet rychlosti a brzdné dráhy nákladního vozidla je uveden v příloze č. 5 : Plánek místa dopravní nehody.

Z důvodu počátečních sklonových poměrů ulice ČSL Armády od příjezdu z extravilánu je v tomto úseku přenášena vysoká rychlost jednak do obce a vzhledem k vhodným směrovým poměrům v intravilánu až do výše zvolené křižovatky.

## 3.2 Provedení výpočtu brzdné dráhy vozidla

### Stanovení nárazové rychlosti – $v_x$ [8]

Nárazovou rychlost nákladního vozidla Ford Tourneo Connect lze určit podle poškození obou vozidel, které je vidět z fotografie na obrázku č. 15, která je součástí Protokolu o nehodě v silničním provozu, která byla pořízena Policií České republiky na místě dopravní nehody a z postavení obou nákladních vozidel po dopravní nehodě. [6]

Z rozsahu vzniklého poškození nákladního vozidla Ford Tourneo Connect, které narazilo do levého předního kola nákladního vozidla Mercedes Benz a dle katalogu vozidel, do kterého mně bylo umožněno nahlédnout u soudního znalce Ing. Ivana Krejsy lze předběžně určit, o jakou rychlost se jednalo v době nárazu. Katalog je rozdělen podle jednotlivých kategorií vozidel.

Poškození na nákladním vozidle Ford Tourneo Connect dle katalogu v dané kategorii vozidel korespondovalo s rychlostí v rozmezí 30 až 40 km·h<sup>-1</sup>. Z těchto získaných hodnot byla pro výpočet použita střední hranice udávaného rozmezí.

### Výpočet rychlosti na počátku blokování kol podle brzdné dráhy – $v_0$ [8]

Podle plánu místa nehody vypracovaného Policií České republiky a dle jejich zaměření byla vypočtena délka brzdné dráhy blokovací stopy levého předního kola 13 m [6]. Pro provedení výpočtů se bere v úvahu vždy delší z brzdných stop.

Výchozím bodem měření, odkud bylo provedeno zaměření postavení nákladních vozidel a délka brzdných stop, tak jak je uváděno v Protokolu o nehodě v silničním provozu Policií České republiky, byla vybrána svislá dopravní značka P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“, která je umístěna před křižovatkou ulic Lidická a Čsl. Armády, a to ve směru jízdy nákladního vozidla řízeného viníkem dopravní nehody. Začátek brzdných stop je od výchozího bodu měření vzdálen 2 m. Součinitel adheze na suchém a čistém asfaltu je stanoven dle publikace „Soudní inženýrství“ v rozmezí 0,6 – 0,9. [8]

Vypočítám zpomalení  $[a]$  v daném rozsahu pro hodnoty součinitele adheze 0,6; 0,75; 0,9.

$$a = \mu \cdot g \Rightarrow \mu = \frac{a}{g} \quad (1)$$

Pro součinitel adheze 0,6 bude zpomalení:

$$a = \mu \cdot g = 0,6 \cdot 9,81 = 5,886 \quad [m \cdot s^{-2}] \quad (2)$$

Pro součinitele adheze 0,75 bude zpomalení:

$$a = \mu \cdot g = 0,75 \cdot 9,81 = 7,358 \quad [m \cdot s^{-2}] \quad (3)$$

Pro součinitele adheze 0,9 bude zpomalení:

$$a = \mu \cdot g = 0,9 \cdot 9,81 = 8,829 \quad [m \cdot s^{-2}] \quad (4)$$

Při zpomalení  $a \geq 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  jsem vypočítal součinitel adheze mezi suchým asfaltem a pneumatikou vozidla. V tomto případě jsem uvažoval se zpomalením  $a = 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

$$\mu = \frac{7}{9,81} = 0,7136 \quad \left[ \frac{m \cdot s^{-2}}{m \cdot s^{-2}} \right] \quad (5)$$

Tuto vypočítanou hodnotu součinitele adheze jsem zaokrouhlil na hodnotu 0,72 a znovu vypočítal zpomalení vozidla.

$$a = \mu \cdot g = 0,72 \cdot 9,81 = 7,064 \quad [m \cdot s^{-2}] \quad (6)$$

Dále jsem znovu vypočítal součinitel adheze při zpomalení vozidla  $a \geq 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  a do vzorce jsem dosadil hodnotu  $a = 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Tuto vypočítanou hodnotu jsem použil pro výpočet rychlosti vozidla v době blokování kol při vyšší adhezi mezi povrchem vozovky a pneumatikou.

$$\mu = \frac{8}{9,81} = 0,8154 \quad \left[ \frac{m \cdot s^{-2}}{m \cdot s^{-2}} \right] \quad (7)$$

Podle tabulek na suchém asfaltovém povrchu dochází k blokování kol a vytvoření blokovacích stop při zpomalení vozidla  $a > 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

Z tohoto poznatku jsem vypočítal rychlost v době blokování kola pro  $a = 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  a pro  $a = 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

$$s_b = \frac{v_0^2 - v_x^2}{2 \cdot a} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2 \cdot a \cdot s_b \cdot v_x^2} \quad (8)$$

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot a \cdot s_b \cdot v_x^2} = \sqrt{2 \cdot 7 \cdot 13 + 9,72^2} = 16,62 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow 59,86 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \quad (9)$$

Vypočítanou hodnotu jsem zaokrouhlil na hodnotu  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot a \cdot s_b \cdot v_x^2} = \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 13 + 9,72^2} = 17,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow 62,61 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \quad (10)$$

Vypočítanou hodnotu jsem zaokrouhlil na hodnotu  $63 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Z vypočítaných hodnot vyplývá, že při zvyšujícím se součiniteli adheze a při stejné délce brzdné dráhy vozidla se rychlost na počátku zablokování kol zvyšuje. Tyto výpočty ukazují v neprospěch řidiče, protože i v případě nižších hodnot zpomalení vozidla musel řidič pravděpodobně nerespektovat nejvyšší povolenou rychlost v obci, která je stanovena v tomto úseku  $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  [1].

Pro stanovení rychlosti  $v_{\text{poč}}$  pro tyto účely je nutné k vypočtené rychlosti v době počátku zablokování kol připočítat rychlost  $4 - 6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Jedná se o rychlost, o kterou poklesne rychlost vozidla jedoucího po rovině od prvotní reakce řidiče po náběh brzdové soustavy do stavu blokování kol. Reakční doba řidiče je v rozmezí  $0,8 - 1,2 \text{ s}$ . Pro další výpočet bude brána v úvahu střední hodnota výše uvedených intervalů:  $v = 5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ;  $t = 1 \text{ s}$ . K tomuto času je nutné připočítat technickou prodlevu brzdové soustavy, která je v rozmezí  $0,1 - 0,3 \text{ s}$ . Byla použita střední hodnota  $0,2 \text{ s}$ . Potom je celkový čas do zablokování kol  $t = 1,2 \text{ s}$ .

Reakční doba řidiče je v rozmezí  $0,8 - 1,2 \text{ s}$ . Pro další výpočet bude brána v úvahu střední hodnota výše uvedených intervalů:  $v = 5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ;  $t = 1 \text{ s}$ . K tomuto času je nutné připočítat technickou prodlevu brzdové soustavy, která je v rozmezí  $0,1 - 0,3 \text{ s}$ . Byla použita střední hodnota  $0,2 \text{ s}$ . Potom je celkový čas do zablokování kol  $t = 1,2 \text{ s}$ .

Dráha ujetá vozidlem po dobu reakce řidiče a technické prodlevy brzdové soustavy vozidla [8]

$$s = \frac{v}{t} = \frac{16,62}{1,2} = 13,85 \text{ m} \quad \left[ \frac{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{s}} \right] \quad (11)$$

Když tuto vypočítanou dráhu ujetou za dobu reakce řidiče společně s technickou prodlevou brzd budeme počítat od počátku blokovacích stop směrem k výchozímu bodu měření, zjistíme, že řidič začal reagovat  $11,85 \text{ m}$  před výchozím bodem měření.

Abychom určili počáteční rychlost vozidla, tak k vypočítané rychlosti  $v_0 = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  musíme připočítat rychlost  $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , která je střední hodnotou rychlosti při reakční době řidiče spojeného s technickou prodlevou brzd. Tímto součtem na počátku zablokování kol a rychlosti, o kterou poklesne rychlost vozidla během reakce řidiče spolu s technickou prodlevou brzd vypočteme přibližnou rychlost vozidla :

$$v_{poč} = v_0 + v_x = 60 + 5 = 65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \quad (12)$$

Vypočítáním počáteční rychlosti jsem došel k závěru, že řidič nákladního vozidla Ford Tourneo Connect přijížděl ke křižovatce rychlostí přibližně  $65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Metodou zpětného odvíjení děje (podle prof. Bradáče) lze stanovit místo počáteční reakce řidiče na vzniklou situaci.

Tato výše popsaná metoda se využívá pro přesné stanovení místa počáteční reakce řidiče na vzniklý děj, při kterém se posuzuje a vyhodnocuje, zda počátek a průběh nehodového děje odpovídá průběhu, který uvádějí účastníci nehody ve svých výpovědích, nebo zda průběh děje byl odlišný.

Z vypočtených vzdáleností lze usoudit, že řidič nákladního vozidla Ford Tourneo Connect, který dopravní nehodu zavinil, začal na vzniklou situaci, tzn. spatření svislé dopravní značky P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ reagovat ve vzdálenosti přibližně 12 m před touto dopravní značkou.

Když do vzorce pro výpočet brzdné dráhy do zastavení vozidla dosadím rychlost  $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , tzn. Rychlost, na kterou by řidič vozidla musel snížit rychlost svého vozidla, aby byl schopen projet okružní křižovatkou, která by byla na místě současné průsečné křižovatky, tj. na rychlost vhodnou pro průjezd okružní křižovatkou.

Vypočítám brzdnou dráhu vozidla:

$$s_b = \frac{v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{8,33^2}{2 \cdot 7} = 4,96 \text{ m} \quad \left[ \frac{\text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{s}^{-2}} \right] \quad (13)$$

Brzdnou dráhu zaokrouhlím na hodnotu 5 m.

Dále si spočítám dráhu, kterou ujede vozidlo s ohledem na reakční prodlevu řidiče a technickou prodlevu brzdového ústrojí vozidla, kde  $t = 1,2 \text{ s}$ .

$$s_{prodl} = \frac{v_0}{t} = \frac{8,33}{1,2} = 6,95m \quad \left[ \frac{m \cdot s^{-1}}{s} \right] \quad (14)$$

Délku úseku, který ujede vozidlo při celkové prodlevě času  $t = 1,2$  s, zaokrouhlím na hodnotu 7 m.

Provedu součet obou drah, tj. součet brzdné dráhy vozidla při zpomalení  $a = 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  a ujeté dráhy za dobu reakce řidiče a získám celkovou ujetou dráhu od prvotní reakce řidiče až po zastavení vozidla.

$$s_{prodl} = s_b + s_{prodl} = 5 + 7 = 12m \quad (15)$$

Z vypočítané hodnoty vyplývá, že kdyby řidič přijížděl s vozidlem ke křižovatce rychlostí  $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a reagoval by na vzniklou situaci ve stejném místě jako v původní rychlosti, ujel by s vozidlem do úplného zastavení vzdálenost 12 m, tj. zastavil by v bodě výchozího měření – v úrovni umístění svislé dopravní značky P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“, která je od hranice křižovatky vzdálena 5 m. Z toho vyplývá, že řidič mohl na danou situaci zareagovat ještě později, tj. mohl s vozidlem ujet ještě 5 m, a potom zareagovat a v tomto případě by zastavil vozidlo na hranici křižovatky a v žádném případě by pak nemohlo dojít ke střetu vozidel.

Kdyby na místě průsečné křižovatky byla vybudována okružní křižovatka a tato měla vybudovaný vyvýšený střed, který by omezil řidičům výhled za křižovatku, přinutilo by to následně řidiče k přirozenému snížení rychlosti před křižovatkou. Současně by musel řidič přijíždějící na okružní křižovatku z jakéhokoliv směru sledovat především vozidla jedoucí po hlavní silnici. To jsou vozidla jedoucí pouze po okružní křižovatce a stále přijíždějící jen v jednom směru, tedy zleva.



## **4. Návrh stavebně – technických úprav křižovatky**

Křižovatky ve městech a obcích se spolupodílejí na utváření městského a uličního prostoru a tuto skutečnost je proto nutné zohlednit. Chování řidiče v provozu na pozemních komunikacích, zejména pak při jízdě křižovatkou stanovuje zákon č. 361/2000 Sb. [1].

Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích velkou mírou ovlivňuje technický stav komunikací a dopravního značení, který má pak za následek odvrácení pozornosti nejen řidiče, ale i ostatních účastníků silničního provozu od sledování konkrétní dopravní situace. V současné době se zejména jedná o špatný stav povrchu vozovek, kdy řidič je donucen sledovat výtluky, kterým je třeba se vyhnout, aby nedošlo k poškození podvozku vozidla. Dále musí řidič správně vyhodnotit vodorovné dopravní značení, které je špatně viditelné nebo je na vozovce z minulosti a již není platné. Řidiči se v současné době stále častěji setkávají se svislými dopravními značkami, ze kterých správně určit jejich symboly a význam je pro někoho opravdu hádankou. Svislé dopravní značky jsou mnohdy umístěny nevhodně a daleko od okraje vozovky. Toto má za následek jejich časté přehlédnutí při sledování dopravní situace při řízení vozidla. Bývají zakryty vzrostlou zelení nebo jsou umísťovány na sloupy veřejného osvětlení a na sloupy různých reklamních ploch, které nemají s provozem na pozemních komunikacích nic společného. Následně dochází ze strany řidiče k odvrácení pozornosti, neboť řidič sleduje reklamní billboard a nevědomky přehlédne umístění svislé dopravní značky.

Jsou i případy, kdy na krátkém úseku silnice je umístěno větší množství svislých dopravních značek a řidič při průjezdu kolem nich pak není schopen správně zpracovat větší počet informací a nastává u řidiče situace, kdy již neví, o čem ho informovala první dopravní značka.

Koncem 90. let minulého století a začátkem tohoto století byly ve městě Šumperk přestavěny průsečné křižovatky na křižovatky světelné. Tyto křižovatky nejsou vybaveny kamerovým systémem, který by spolehlivě zaznamenával s určitou časovou obměnou provoz ve všech směrech a dění na křižovatce samé, zejména vznikne-li na křižovatce nehodová událost.

V případě, že na této světelné křižovatce dojde k dopravní nehodě vozidel ve směrech, kdy v jednom směru svítí na světelném zařízení světelný signál se zeleným světlem „VOLNO“ a v příčném směru světelný signál „STŮJ“, tak při vyšetřování této dopravní nehody oba účastníci souhlasně tvrdí, že každý z nich jel na světelný signál se zeleným světlem „VOLNO“. Potom Policie České republiky, která provádí dokumentaci a šetření takových to dopravních nehod, není jednoznačně schopna určit viníka nehody.

#### **4.1 Změna typu křižovatky**

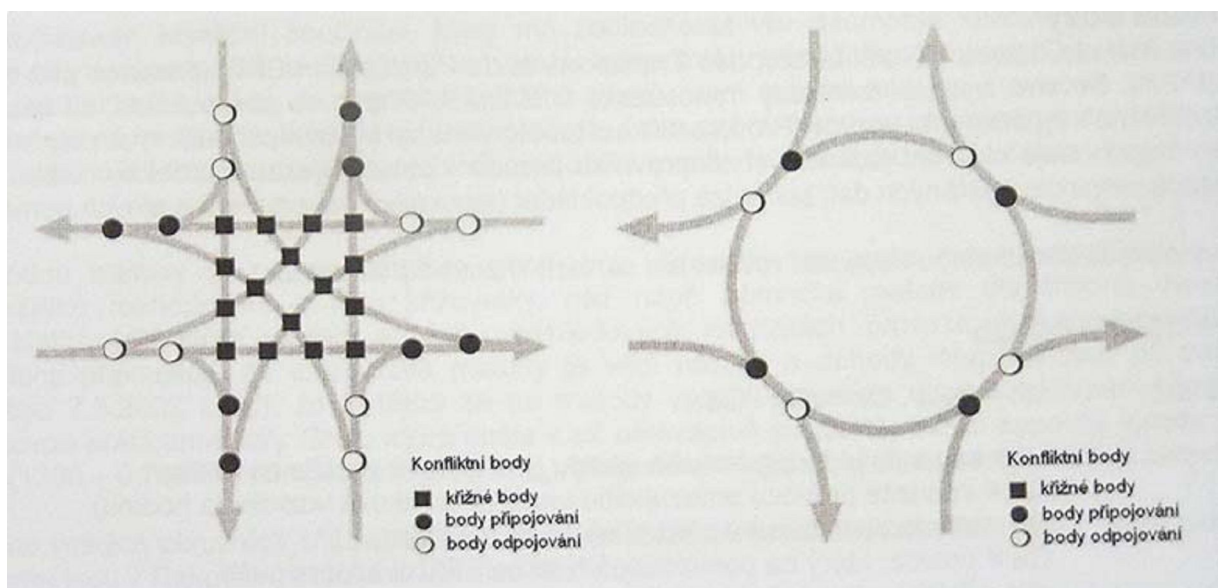
Při navrhování typu křižovatky bylo přihlédnuto k faktu, že v současné době vzrůstající intenzita dopravy se nejvíce projeví na křižovatkách, kde při nedostatečné kapacitě propustnosti křižovatky budou narůstat čekací doby v jednotlivých směrech.

Při výstavbě křižovatky je potřeba výhledově počítat se zvýšením dopravy v následujících 20 letech. [2],[4]

Jako optimální řešení jsem zvolil variantu výstavby okružní křižovatky, která na takto frekventovaném dopravním uzlu nabízí následující výhody:

- výrazné snížení nájezdové rychlosti do křižovatky, díky výrazné změně směru jízdy a povinnosti dát přednost v jízdě vozidlům jedoucím po okružní křižovatce. V našem případě dojde ke snížení rychlosti u vozidel jedoucích zejména po ulici Čsl. armády (v současné době stávající vedlejší pozemní komunikace),
- redukce šířky jízdních pruhů
- snížení nehodových událostí
- zvýšení bezpečnosti a plynulosti
- odstranění pocitu psychologické přednosti

- snížení nájezdových rychlostí vozidel jedoucích po hlavní pozemní komunikaci ( v současné době stávající ulice Lidická)
  - snížení čekacích dob vozidel ze směru od ulice Čsl. armády ( vedlejší pozemní komunikace ), jak při jízdě přímým směrem, tak zejména při odbočování vlevo
  - celkové zklidnění dopravy
  - zvýšení propustnosti křižovatky
  - snížení hluku a emisí vozidel přijíždějících po ulici Čsl. armády ( vedlejší pozemní komunikace)
  - vytvoření bezpečnějšího přechodu pro chodce
  - celkové zklidnění ulice
  - estetický prvek
  - snížení počtu kolizních míst vyplývajících ze změny konstrukce křižovatky.
- Klasická průsečná křižovatka má 32 kolizních bodů, okružní křižovatka má kolizních bodů jen 8, kdy u okružní křižovatky odpadají křížné body, které jsou z hlediska případné kolize nejkritičtější. Srovnání kolizních bodů průsečné a okružní křižovatky je na obr. č. 3.



**Obr. č. 3: Konfliktní body na křižovatkách. [10]**

Hlavním faktorem pro zvolení okružní křižovatky byly výhody, které vyplývají z kapacitní výkonnosti a vhodnosti geometrického uspořádání okružní křižovatky ve stávajících poměrech dopravního prostoru s možností řešení pohybu chodců na všech paprscích křižovatky. Vložením bezpečnostního a zklidňujícího prvku oproti průsečné, neřízené křižovatce nebo křižovatce s řízeným světelným signalizačním zařízením, kdy při poruše signalizačního zařízení nebo při výpadku elektrického proudu se z křižovatky řízené světelným signalizačním zařízením stává opět křižovatka neřízená. Tato situace má často za následek vznik nehodových událostí.

Okružních křižovatek je několik typů :

- miniokružní křižovatky
- okružní křižovatka

#### **4.1.1 Miniokružní křižovatky**

Účelem tohoto stavebního opatření je přinutit řidiče motorových vozidel ke snížení rychlosti při průjezdu křižovatkou. Miniokružní křižovatka má základní stavební vlastnosti shodné s okružní křižovatkou s jedním jízdním pruhem. Na rozdíl od malé okružní křižovatky je ostrov možno přejíždět, i když nepohodlně. Tento typ křižovatky se navrhuje zejména uvnitř obytných oblastí nebo kde se vyskytuje ojediněle průjezd nákladních vozidel (např. stěhování, hasiči, svoz odpadu apod.), na křižovatkách obslužných komunikací, kde je také z bezpečnostních důvodů nutné snížit rychlost a kde omezený prostor nedovoluje vložit střední nepřejížděný ostrov rozměrnými vozidly. Vnější průměr miniokružní křižovatky je  $D < 23 \text{ m}$ .

### 4.1.2 Okružní křižovatky

Účelem tohoto stavebního opatření je přinutit řidiče motorových vozidel ke snížení rychlosti při průjezdu křižovatkou. Umístěním středního dělicího ostrůvku do původních přímých tras v křižovatce má navržená křižovatka svým tvarem a rozměry zabránit přímému průjezdu křižovatkou a přinutit řidiče motorových vozidel k jeho objíždění a ke snížení rychlosti. Střední ostrov zabraňuje řidiči přímému průhledu a nutí řidiče soustředit se na nejbližší okolí. Dále toto stavební opatření umožní průjezd rozměrných vozidel křižovatkou.

Použití okružní křižovatky je vhodné zejména na první křižovatce těsně před nebo po vstupu do obce. Tato křižovatka fyzicky zřetelně oznamuje řidičům, že končí extravilánový (vyšší rychlostí projížděný) úsek komunikace, a že vstupuje do jiného intravilánového prostředí. Použití okružních křižovatek je vhodné i na dalších křižovatkách, hlavně na místech, kde je nutné zabránit dojmu nadřazené komunikace, respektive na křižovatkách v místech změny okolní zástavby. Svislým dopravním značením je třeba vyznačit přednost v jízdě na okruhu křižovatky. Vjezdy do křižovatky se navrhuje pouze jednopruhé. Obvykle je možné situovat okružní křižovatku do rozměrů původní neřízené křižovatky. Třebaže je okružní pás široký (umožňuje průjezd křižovatkou rozměrným vozidlům), nerozděluje se vodorovným značením na více pruhů.

Vnější průměr okružních křižovatek se navrhuje  $D > 23$  m a výjezdové pruhy je třeba směřovat k okružnímu pásu nejlépe kolmo. Za standardní a velice dobrý kompromis z hlediska prostorových nároků a průjezdového komfortu pro řidiče je považována hodnota kolem 30 m, kdy u tohoto průměru okružní křižovatky se pak volí nájezdová rychlost 30 km/h. Při větším průměru může docházet k průjezdu okružního pásu vyššími rychlostmi a vjezd přijíždějících vozidel na okružní křižovatku z ostatních směrů by mohl být obtížnější. Rozměry a umístění středního ostrova a šířky okružního pásu spolu s ostatními prvky křižovatky nesmí umožňovat přímý průjezd křižovatkou a současně musí umožnit průjezd i rozměrným vozidlům. Okružní křižovatka bez problémů zvládne průjezd až 25 000 vozidel za den (součet všech vjezdů). [4], [9]

Navrhovaná okružní křižovatka ulic Lidická – Čsl. armády v Šumperku využívá plochu současné stávající průsečné křižovatky. Stykové napojení je řešeno napojením z jednopruhovvé vjezdové větve do jednopruhovvého okružního jízdního pásu. Jízdní pruh na vjezdové větvi je navržen o šířce 3,5 m. Vjezd je oddělen od výjezdu směrovým ostrůvkem, který zároveň tvoří retardér pro zpomalení a usměrnění přijíždějících vozidel. Na tomto dělicím ostrůvku se nachází přechod pro chodce. Tento je od samotného okružního pásu ve vzdálenosti 5,5 m, a to z toho důvodu, že v případě, že se na tomto přechodě nachází chodec, tak aby projíždějící vozidlo mohlo bezpečně zastavit před tímto přechodem a nezasahovalo do okružního pásu křižovatky. Navrhovaná rychlost na vjezdech je zvolena 30 km/h. Šířka okružního jízdního pásu je 5 m, kdy tato šíře byla navržena s přihlédnutím na rozměr nákladních vozidel a souprav. Středový ostrov navrhované okružní křižovatky je kruhového půdorysu o průměru 19 m. Tento středový ostrov bude po vybudování okružní křižovatky osázen zelení pro zlepšení estetického vjemu okružní křižovatky. Vegetační úpravy středových ostrůvků se navrhuji tak, aby nikdy nezhoršovaly rozhledové poměry. Nesmí zakrýt svislé dopravní značky ani snížit intenzitu veřejného osvětlení křižovatky. Tyto vegetační úpravy mají za úkol zvýraznit umístění středového ostrůvku a co možná nejvíce v maximální možné míře zamezit v průhledu okružní křižovatkou přímým směru křižujících se komunikací a přitom zachovat ostatní rozhledové poměry. Z tohoto důvodu je vhodné mírné zvýšení plochy ostrůvku.

Okolo středového ostrůvku je prstenec, který je součástí tohoto ostrůvku. Tento prstenec má konstrukci jako zpevněná krajnice, kdy v ojedinělých případech může být poježděn vozidly projíždějícími okružní křižovatkou. Jeho poježdění nemá být pro řidiče příjemné, z tohoto důvodu je tento prstenec navržen jako pravidelně nerovný, kdy při jeho pojezdu vyvolá vibraci vozidla. Tento prstenec se nejčastěji vyrábí jako dlážděný. Prstenec má v příčném profilu vybudovaný odlišný sklon oproti přilehlému okružnímu jízdnímu pásu. Jeho šířka je 2,5 m, vnější průměr tohoto prstence tedy činí 24 m. Ukázka prstence je na obrázku č. 4. Vnější průměr navrhované okružní křižovatky činí 34 m.



**Obr. č. 4: Dlážděný prstenec kolem středového ostrůvku**

#### **4.1.3 Dopravní značení a osvětlení**

Důležité je i správné umístění svislých a vodorovných dopravních značek. Na každém vjezdu jsou navrženy svislé dopravní značky P4 “Dej přednost v jízdě!” a C1 “Kruhový objezd”. Každý ostrůvek bude osazen svislou dopravní značkou C4a “Přikázáný směr objíždění vpravo” a před ostrůvkem je navržena vodorovná dopravní značka V13a “Šikmé rovnoběžné čáry pravé” a po obvodu okružní křižovatky vodorovná dopravní značka V2b “Podélná čára přerušovaná”. dostatečně odsazeny od okraje okružního jízdního pásu, vjezdů a výjezdů a to nejméně ve vzdálenosti 2 m.

Okružní křižovatka musí být dostatečně osvětlena. Podél vjezdů a výjezdů a na vnější straně okružního jízdního pásu křižovatky se umístí osvětlovací body. Při průjezdu nadměrných souprav vozidel musí být stožáry veřejného osvětlení umístěny v dostatečné vzdálenosti od okraje okružního jízdního pásu, vjezdů a výjezdů a to nejméně ve vzdálenosti 2 m. Veřejné osvětlení nesmí v žádném případě oslňovat řidiče vozidel, cyklisty ani procházející chodce.

Zároveň musí zabezpečit řádné osvětlení svislých a vodorovných dopravních značek, okružního pásu, vjezdů a výjezdů z okružní křižovatky. Na přechodech pro chodce je nutné doplnění veřejného osvětlení s intenzivnějším nasvětlením přechodů pro chodce. [4]

## 4.2 Výpočty stávající průsečné křižovatky [4],[5]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ HODNOTY PRO VÝPOČET VÝKONNOSTI PRŮSEČNÉ KŘÍŽOVATKY DLE ČSN 736102 – rok 2009 ;

část výpočtu podle Hardersena je nahrazena monogramy

Výpočet je zpracován pouze pro nejnepříznivější stav – tj. odbočení vlevo z vedlejší komunikace

		Dopravní proudy											
		hlavní pozemní komunikace						vedlejší poz. komunikace					
		nadřazené dopravní proudy											
		dopravní proudy - sdružený jízdní pruh 1l+2p+1,2l+2p+2,4l+4p+4									dopravní proudy 3l+3p+3		
uspořádání dopravního proudu - jízdních pruhů		1	1l	1p	2	2l	2p	4	4l	4p	3	3l	3p
Výpočtová hodnota	jedn.												
místopisné označení		MK-Lidická (od ul. Jesenická)			MK-Lidická (od ul. Vítězná)			MK-ČSA (od centrum města)			MK-ČSA (od extraviánu)		
Ni,24 - Návrhová intenzita	voz/24h	2693	50	880	1977	465	144	17	113	17	17	792	1305
Ni - Návrhová intenzita	voz/hod	324	6	106	238	56	17	2	14	2	2	95	157
Podíl pomalých vozidel	%	0,12	0,11	0,09	0,12	0,24	0,03	0,12	0,04	0,07	0,22	0,1	0,15
tg - kritické časové odstupy, osobní/pomalá	s		5,0/6,0			5,0/6,0		7,0/9,0	7,5/9,5	6,0/7,0	7,0/9,0	7,5/9,5	6,0/7,0
tf - Následné prům. časové odstupy	s		4,3			4,3		4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
S - součet intenzit nadřazených proudů	voz/hod										641	637	324
gi - pomocná výpočtová hodnota	-											0,22	
Gi - základní výkonnost proudu	voz/hod											223	
rezerva výkonnosti křižovatkového proudu C <sub>i</sub> = Gi-Ni	voz/hod											128	
		splňuje přípustnou hodnotu rezervy											

Tabulka č. 1



**ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ HODNOTY PRO VÝPOČET VÝKONNOSTI PRŮSEČNÉ  
KŘÍŽOVATKY DLE ČSN 736102 – rok 2029 ;**

část výpočtu podle Hardersena je nahrazena monogramy

		Dopravní proudy											
		hlavní pozemní komunikace						vedlejší poz. komunikace					
		nadřazené dopravní proudy											
uspořádání dopravního proudu - jízdních pruhů		dopravní proudy - sdružený jízdní pruh 1l+2p+1,2l+2p+2,4l+4p+4									dopravní proudy 3l+3p+3		
		1	1l	1p	2	2l	2p	4	4l	4p	3	3l	3p
Výpočtová hodnota	jedn.												
místopisné označení		MK-Lidická ( od ul. Jesenická)			MK-Lidická ( od ul. Vítězná)			MK - ČSA ( od centrum města)			MK - ČSA ( od extravilánu)		
Ni,24 - Návrhová intenzita 2009	voz/24h	2693	50	880	1977	465	144	17	113	17	17	792	1305
výhledové koeficienty		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Ni,24 - Návrhová intenzita 2029	voz/24h	3770	70	1232	2768	651	202	24	158	24	24	1109	1827
Ni - Návrhová intenzita 2029	voz/hod	453	9	148	333	78	24	3	18	3	3	134	219
Podíl pomalých vozidel	%	0,12	0,11	0,09	0,12	0,24	0,03	0,12	0,04	0,07	0,22	0,1	0,15
tg - kritické časové odstupy, osobní/pomalá	s		5,0/6,0			5,0/6,0		7,0/9,0	7,5/9,5	6,0/7,0	7,0/9,0	7,5/9,5	6,0/7,0
tf - Následné prům. časové odstupy	s		4,3			4,3		4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
S - součet intenzit nadřazených proudů	voz/hod										897	879	453
gi - pomocná výpočtová hodnota	---											0,12	
Gzi - základní výkonnost proudu	voz/hod											180	
rezerva výkonnosti křižovatkového proudu Ci= Gi-Ni	voz/hod											46	
								nedostatečná výkonnost					

**Tabulka č. 2**

### 4.3 Výpočet kapacity navrhované okružní křižovatky [2],[4],[5]

Kapacita vjezdu vozidel byla vypočítána podle metody EPFL. Maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu za předpokladu známých hodnot zatížení vjezdu a výjezdu je pomocí metody EPFL určena takto:

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \quad [j.v./h]$$

kde:

$Q_k$ .....intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím  
(posuzovaným) vjezdem [j.v./h]

$Q_a$ .....intenzita dopravního proudu na výjezdu [j.v./h]

$Q_e$ .....intenzita dopravního proudu na vjezdu [j.v./h]

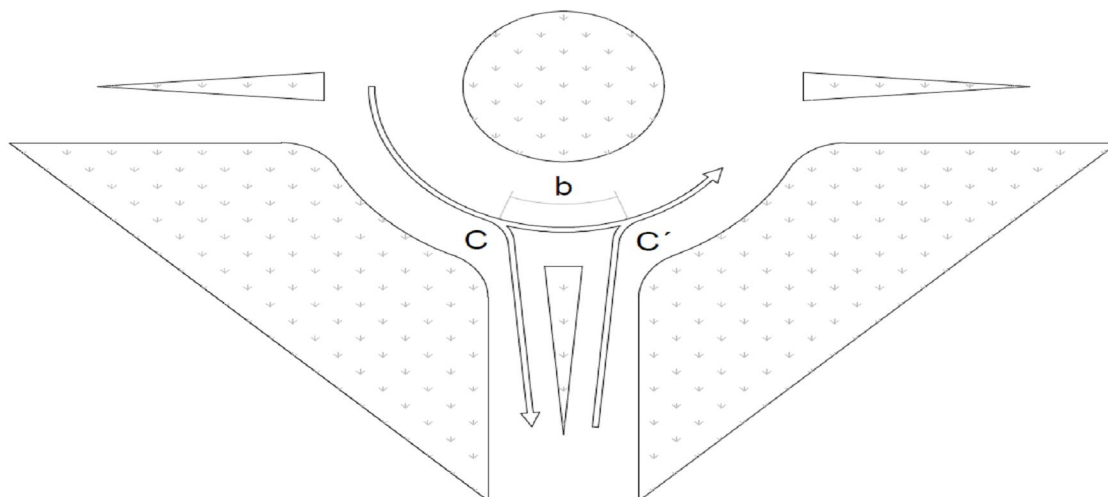
$L_e$ .....kapacita jednoho vjezdu při výpočtu metodou EPFL [j.v./h]

$\alpha$ .....faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti  
na vzdálenosti  $b$  mezi dvěma kolizními body  $C$  a  $C'$  (viz. obr. č. 4)

$C$ .....kolizní bod odbočný při výjezdu z okružní křižovatky (viz. obr. č. 4)

$C'$ .....kolizní bod přípojný na vjezdu do okružní křižovatky (viz. obr. č. 4)

$b$ .....vzdálenost mezi kolizními body  $C$  a  $C'$  (viz. obr. č. 4)

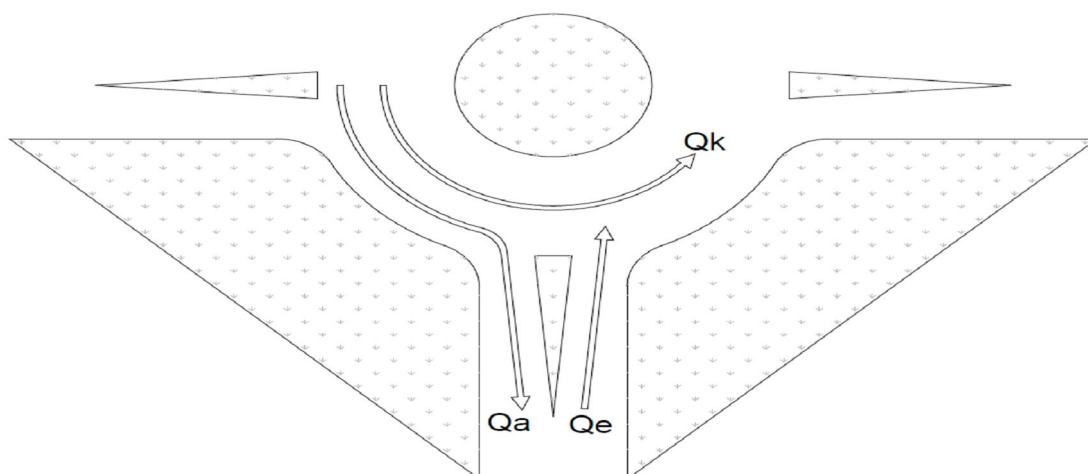


**Obr. č. 4: Vzdálenost  $b$  mezi dvěma kolizními body**

ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ HODNOTY PRO VÝPOČET VÝKONNOSTI OKRUŽNÍ  
KŘÍŽOVATKY DLE TP 135 – pro rok 2009 a pro rok 2029

		Dopravní proudy											
		hlavní pozemní komunikace							vedlejší poz. komunikace				
		nadřazené dopravní proudy											
uspořádání dopravního proudu - jízdních pruhů		dopravní proudy - sdružený jízdní pruh									dopravní proudy		
		1l+2p+1,2l+2p+2,4l+4p+4									3l+3p+3		
		1	1l	1p	2	2l	2p	4	4l	4p	3	3l	3p
Výpočtová hodnota	jedn.												
místopisné označení		MK-Lidická ( od ul. Jesenická)			MK -Lidická ( od ul. Vítězná)			MK - ČSA ( od centrum města)			MK - ČSA ( od extravilánu)		
Ni,24 - Návrhová intenzita 2009	voz/24h	2693	50	880	1977	465	144	17	113	17	17	792	1305
Ni - Návrhová intenzita 2009	voz/hod	324	6	106	238	56	17	2	14	2	2	95	157
výhledové koeficienty	---	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Ni,24 - Návrhová intenzita 2029	voz/24h	3770	70	1232	2768	651	202	24	158	24	24	1109	1827
Ni - Návrhová intenzita 2029	voz/hod	453	9	148	333	78	24	3	18	3	3	134	219
Podíl pomalých vozidel	%	0,12	0,11	0,09	0,12	0,24	0,03	0,12	0,04	0,07	0,22	0,1	0,15

**Tabulka č. 3**



**Obr. č. 5: Intenzita dopravních proudů okružní křižovatky**

## VÝPOČET KAPACITY VJEZDU OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY PODLE EPFL

Výpočtová hodnota	místopisné označení								
	jedn.	MK-Lidická ( od ul. Jesenická)		MK -Lidická ( od ul. Vítězná)		MK - ČSA ( od centrum města)		MK - ČSA ( od extraviľánu)	
Intenzita vozidel na vjezdu	j.v./h	Qe	610	Qe	435	Qe	25	Qe	357
Intenzita vozidel na výjezdu	j.v./h	Qa	692	Qa	470	Qa	90	Qa	229
Intenzita vozidel na okružním páse	j.v./h	Qk	100	Qk	481	Qk	545	Qk	146
Geometrické poměry	---	alfa	0,3	alfa	0,3	alfa	0,3	alfa	0,3
Kapacita jednoho vjezdu	j.v./h	Le	1226	Le	937	Le	992	Le	1309
Stupeň vytižení vjezdu	%	Qe/Le	49	Qe/Le	46	Qe/Le	2,5	Qe/Le	27
Rezerva kapacity je	j.v./h	625		505		968		955	

**Tabulka č. 4**

faktor  $\alpha$  (vzdálenost vjezdu a výjezdu  $\underline{b} = 18$  m) byl odečten z grafu dle

TP 135 ..... 0,30

Podle provedených výpočtu je navrhovaná okružní křižovatka hodně naddimenzovaná. Z tohoto důvodu bych navrhovanou okružní křižovatku doporučil, hlavně z hlediska bezpečnosti, přehlednosti a značnému zpomalení dopravy.

Vzorce pro výpočet navrhované okružní křižovatky jsem použil z literatury [2],[4],[5].

Vlastní výpočet jsem provedl v aplikaci Microsoft Excel.

## **5. Zhodnocení návrhů z ekonomického a bezpečnostního hlediska**

### **5.1 Finanční zajištění projektu**

Město Šumperk v roce 2007 vstoupilo do projektu Regionálního operačního programu NUTS II Střední Morava, který je spolufinancován Evropskou Unií – Evropským fondem pro regionální rozvoj v rámci Regionálního operačního programu NUTS II. Tento program zahrnuje revitalizaci zejména komunikací, chodníků, pásma zeleně, odbočky a vjezdy, křižovatky, parkovací místa, místa pro sběr odpadků a veřejné osvětlení.

V současné době město v rámci uvedeného programu realizuje projekt, který nazvalo „Revitalizace ulice Jiřího z Poděbrad“. Předmětem rekonstrukce je komplexní plošná revitalizace ulice Jiřího z Poděbrad, vytvoření dvou okružních křižovatek, doplnění ulice o chodníky, oprava veřejného osvětlení, úprava zeleně kolem ulice. [11], [12]

Po ukončení revitalizace ulice Jiřího z Poděbrad, bude tato vyhodnocena a na základě vyhodnocení bude město Šumperk uvažovat o zrealizování nové revitalizace, která bude také spolufinancována z finančních prostředků Regionálního operačního programu NUTS II.

Samotný odhad ceny přestavby průsečné křižovatky na křižovatku okružní je kolem 8,7 milionu korun. Při tomto odhadu ceny jsem postupoval podle cenové nabídky vypracované na obdobně řešenou křižovatku ve městě Zábřeh, kdy výstavba byla provedena na podzim roku 2008. [13], (Příloha č. 8)

Pokud bude žádost o revitalizaci ulice Čsl. armády a o provedení stavební úpravy průsečné křižovatky ulic Lidická – Čsl. armády schválena, budou zpravidla finance rozděleny v poměru  $\frac{1}{2}$  z rozpočtu města Šumperk a  $\frac{1}{2}$  z finančních prostředků Regionálního operačního programu NUTS II Střední Morava, co by znamenalo značné snížení nákladů na vybudování uklidňovacích opatření.

## 5.2 Opatření ke zvýšení bezpečnosti

Návrh na stavebně technické řešení dané křižovatky vychází z hlavního cíle, kterým je zlepšení podmínek soužití a zvyšování bezpečí občanů. Přitom se požaduje zajištění dobrých podmínek z hlediska bezpečnosti, pohybu všech účastníků silničního provozu a respektování dalších důležitých kritérií (šetrnost k životnímu prostředí, spokojenost obyvatel, atd.). [14]

Z důvodu zvýšení bezpečí je vhodné učinit takové opatření, které ovlivní volbu jízdní rychlosti. Tohoto jednání docílíme budeme-li působit na dynamiku jízdy vozidel nebo formou podvědomé psychologické motivace u řidičů. Bude-li rychlost jedoucích vozidel narůstat, tím obtížnější bude soužití a budou vznikat větší vzájemné konflikty jednotlivých druhů dopravy a naopak. V zájmu bezpečnosti a vytvoření dobrých podmínek pohybu nechráněných účastníků silničního provozu, zejména chodců, docílíme optimalizací jízdní rychlosti motorových vozidel na úroveň přiměřenou pro daný úsek.

Proti regulaci rychlosti v obcích a ve městech často stojí argumenty řidičů, a to, že nižší rychlost znamená velké časové ztráty, popřípadě prodloužení cestovní doby. Z tohoto důvodu velmi často bývá odmítáno snížení rychlosti na 30 km/h na úsecích menší délky nebo na průtahu v historickém centru města, kde tento požadavek snížení rychlosti vychází z existence pohybu chodců a cyklistů. V níže uvedené tabulce č. 5 jsou uvedeny vypočtené doby průjezdu úsekem při různé rychlosti.

Z této tabulky vyplývá, že pro jednotlivá vozidla je rozdíl doby průjezdu úsekem nepatrný (řádově sekundy, nejvýše desítky sekund), ale pro kvalitu života, snížení rizika smrti a zranění osob je však rozdíl snížení rychlosti velmi zásadní.

Délka úseku srovnávané jízdní rychlosti (km/h)	Rozdíly doby průjezdu úsekem při různých rychlostech v (s)			
	50 metrů	100 metrů	200 metrů	500 metrů
snížení z 50 na 30	2,4	4,8	9,6	24
snížení z 50 na 40	0,9	1,8	3,6	9
snížení z 60 na 40	1,5	3	6	15
snížení z 60 na 50	0,6	1,2	2,4	6
snížení z 70 na 50	1	2	4	10

**Tabulka č. 5 – Porovnání dob průjezdu úsekem při různých jízdních rychlostech [14]**

V další tabulce č. 6 se zaměřuji na rychlost vozidel v závislosti na šířce jízdního pruhu. Z tabulky vyplývá, že i malé zvětšení šířky znamená příkrý nárůst řidičem volené jízdní rychlosti. Z tohoto důvodu je při dimenzování šířek jízdních pruhů a dalších souvisejících prvků postupovat velmi opatrně. Větší šířky jízdních pruhů znamenají nutnost používání dalších stavebních opatření. [14]

Rychlost (V85%)	30 km/h	50 km/h	80 km/h
Kategorie vozidla	Šířka jízdního pruhu odpovídající této rychlosti (m)		
osobní automobil, dodávka	2,25	2,40	2,60
malý nákladní automobil	2,50	2,60	3,00
Nákladní automobil, autobus	3,00	3,10	3,25

**Tabulka č. 6 – Závislost rychlosti volené řidičem na šířce jízdního pruhu [14]**

Rychlost V85% - je rychlostní charakteristika dopravního proudu vyjadřující rychlost, kterou nepřekročí 85 % vozidel ( respektive říká, že 85 % z celkového počtu vozidel jede maximálně touto rychlostí nebo rychlostí nižší). [14]

Pro zvýšení bezpečnosti účastníků silničního provozu bych dále doporučil nejen přestavbu průsečné křižovatky na křižovatku okružní, ale i přestavbu nebo úpravu vedlejší komunikaci, ulici Čsl. armády. Tato ulice je při vjezdu do města od obce Rapotín široká 9 m. Od vjezdu do města až po průsečnou křižovatku s ulicí Lidickou je ulice značena svislou dopravní značkou P 2 „Hlavní pozemní komunikace“. Její délka je 900 m. Tato komunikace se ve vzdálenosti 250 m před křižovatkou rozšiřuje na 10,2 m. Toto rozšíření je až po křižovatku. Z důvodu své šíře a sklonovým poměrům je v tomto úseku přenášena vysoká rychlost jednak do města a vzhledem k vhodným směrovým poměrům v intravilánu až do výše uvedené křižovatky. Auta zde často při příjíždění ke křižovatce jedou rychlostí větší jak 50 km/h (viz graf.č. 4).

Jako optimální řešení pro snížení rychlosti bych zvolil výstavbu středního dělicího ostrůvku, který bych umístil při vjezdu do města od obce Rapotín. Toto opatření spolehlivě zabráni přenosu rychlosti z extravilánu do intravilánu. Díky své jednoduchosti a účinnosti se jeho používání v současné době rozšiřuje. Použil bych ostrůvek zabezpečující vychýlení jízdních pruhů v obou směrech směrech jízdy. Řidič jedoucí ve směru do města je donucen osazením ostrůvku zpomalit rychlost jízdy a řidič jedoucí z města ven je tímto opatřením donucen nezvyšovat rychlost jízdy dříve, než projede kolem dopravní značky IS 12b „Konec obce“.

Vzhledem k tomu, že průjezd okolo ostrůvku je složen ze tří protisměrných směrových oblouků, je třeba počítat s přiměřeným rozšířením silnice. [14], (příloha č. 78)

Jízdní pruhy před vjezdem do města jsou v šířce 4,5 m (jedná se o původní šířku), Při vychýlení jízdního pruhu středním dělicím ostrůvkem je zúžen na šířku 3,9 m. Samotný ostrůvek je potom navržen na šířku 4,4 m v nejširším místě. Ohraničen je obrubníkem. Ostrůvek se nachází v obci a je opatřen svislou dopravní značkou C 4a „Přikázaný směr objíždění“, a to v obou směrech. Za ostrůvkem směrem do města jsem navrhnul jízdní pruhy v šířce 3,25 m. Střední dělicí ostrůvek musí být dostatečně osvětlen. Na betonovém obrubníku jsou ve vzdálenosti 50 cm od sebe umístěné osvětlovací body. Ukázka směrového ostrůvku na vjezdu do města je na obrázku č. 4.





**Obr. č. 6: Střední dělicí ostrůvek na vjezdu do města**

Samotný odhad ceny výstavby středního dělicího ostrůvku je kolem 1,2 milionu korun. Při tomto odhadu ceny jsem postupoval podle cenové nabídky výstavby středního dělicího ostrůvku v obci Klopina, kdy výstavba byla provedena na podzim roku 2008. [13], (příloha č.9)

Pokud by tato doplňující varianta pro zvýšení bezpečnosti a snížení nájezdové rychlosti do města byla pro MěÚ Šumperk finančně nákladná, doporučil bych alespoň úpravu komunikace a to jejím optickým zúžením. Současná komunikace je na vjezdu do města šířky 9m. Komunikaci bych zúžil na šíři 3,25 m pro každý směr jízdy. Oba jízdní pruhy bych od sebe rozdělil středním přerušovaným dělicím pásem. Získaný pruh o šířce 2,5 m lze dále využít jako cyklostezku, parkoviště pro podélné parkování.

Z ekonomického hlediska by tato úprava komunikace stála okolo 150 000,-Kč. [13]

## 6. Závěr

V bakalářské práci jsem se zaměřil na rozbor vzniku a příčin dopravních nehod na křižovatce ulic Lidická - Čsl. armády. Porovnáním dopravních nehod jsem došel k závěru, že tato křižovatka nepatří mezi křižovatky s velkým počtem dopravních nehod. Od roku 2003 do konce roku 2008 zde došlo k 31 dopravním nehodám. Z grafu č. 2 vyplývá, že k nejvíce nehodám došlo při nedání přednosti v jízdě a to při odbočování z vedlejší pozemní komunikace na komunikaci hlavní. Celkem se jednalo o 19 dopravních nehod, při přepočtu na procenta se jedná o číslo 62 %, z čehož vyplývá, že každá druhá nehoda je zapříčiněna nedáním přednosti v jízdě. Při sčítání intenzit dopravních proudů na dané křižovatce jsem si všimnul, že řidiči jedoucí po vedlejší pozemní komunikaci Čsl. armády často při příjezdu ke křižovatce zpomalují svá vozidla těsně před křižovatkou, v mnoha případech brzdili až v křižovatce. Z tohoto důvodu jsem společně ve spolupráci s dopravní policií ČR provedl na této ulici měření rychlosti projíždějících vozidel. Měření bylo rozděleno do dvou časových intervalů, vždy po 3 hodinách. V dopoledních hodinách bylo měření realizováno od 8.00 do 11.00 hodin a v odpoledních od 15.00 do 18.00 hodin. Výsledky měření byly zpracovány v grafu č. 4, ze kterého vyplývá, že 34 % řidičů překročilo povolenou rychlost v obci 50 km/h. Myslím si, že kdyby při tomto měření PČR nemusela s těmito řidiči řešit ihned na místě tyto přestupky, tak výsledek měření by byl zcela jiný a počet řidičů, kteří by jeli vyšší rychlostí by byl mnohem vyšší. Tato rychlost vozidel je zapříčiněna šířkou komunikace Čsl. armády, kdy na vjezdu do města je široká 9 m a ve vzdálenosti 250 m před křižovatkou dokonce 10,2 m. Tato šíře komunikace psychologicky působí na řidiče, ti pak mají pocit, že se nacházejí na hlavní pozemní komunikaci, a to i v době průjezdem křižovatkou. Již z tohoto důvodu navrhuji zamyslet se nad současným uspořádáním křižovatky a do budoucna bych navrhoval přestavět tuto křižovatku na křižovátku okružní.

Z důvodu návrhu přestavby této křižovatky na křižovátku okružní jsem na dané křižovatce provedl sčítání intenzit dopravy v jednotlivých směrech. Ze získaných hodnot jsem provedl výpočet výkonnosti současné průsečné křižovatky. Výpočet jsem provedl pouze pro nejnepříznivější stav – tj. odbočení vlevo z vedlejší pozemní komunikace. Provedeným výpočtem jsem zjistil, že současná rezerva výkonnosti pro daný proud splňuje hodnotu rezervy. Výpočet jsem provedl i pro rok 2029 a zde již rezerva výkonnosti byla jednoznačně nedostatečná. Z tohoto důvodu jsem znovu získané hodnoty aplikoval pro výpočet výkonnosti okružní křižovatky pro rok 2029.

Z provedených výpočtů pro okružní křižovatku jsem zjistil, že tato křižovatka bude i v roce 2029 naddimenzovaná. Stupeň vytížení bude 50 %. Z provedených výpočtů je přestavba křižovatky plně odůvodněna.

Na závěr své práce jsem provedl hodnocení stavebních úprav z pohledu ekonomického a bezpečnostního. Z hlediska bezpečnostního má křižovatka okružní oproti křižovatce průsečné mnohem více výhod:

- Vysoká bezpečnost – nejnižší počet kolizních bodů – okružní křižovatka má kolizních bodů 8, průsečná má 32 kolizních bodů
- Nižší počet dopravních nehod a jejich závažnost
- Menší zdržení vozidel
- Nižší rychlost průjezdu, která je vhodná i z hlediska chodců
- Jasné určení přednosti v jízdě (hlavně oproti neřízeným průsečným křižovatkám)
- Vysoká kapacita a konkurenceschopnost oproti neřízené křižovatce průsečné
- Možnost otáčení a návrat do původního směru
- Menší rozsah zpevněných ploch okružní křižovatky ve prospěch zeleně

Nevýhody:

- Vyšší nároky na zastavěnou plochu
- Vyšší stavební náklady
- obtížnější průjezd nadměrných vozidel

Z hlediska ekonomického jsem provedl porovnání nákladů na výstavbu okružní křižovatky, které jsem vypočítal v příloze č. 8 a křižovatky se světelným signalizačním zařízením. Při výstavbě okružní křižovatky je nutné provést přeložení inženýrských sítí nebo jejich novou výstavbu. Přeložení těchto sítí má za následek vysoký nárůst cenových nákladů na výstavbu.

Křižovatka se světelným signalizačním zařízením byla vybudována v roce 2008. Tato křižovatka má podobné půdorysné rozměry jako současná průsečná křižovatka Lidická-Čsl. armády.

Můj odhad na přestavbu okružní křižovatky je 8,7 milionu korun, křižovatka se světelným signalizačním zařízením byla vybudována v hodnotě 5,7 milionu korun. Z těchto nákladů vyplývá, že prvotní investice jsou nižší u výstavby křižovatek se světelným signalizačním zařízením, ale přičteme-li k této křižovatce náklady na zabezpečení řádného provozu (elektrickou energii, kdy její cena každoročně stoupá) spolu s údržbou signalizačního zařízení v dalším období, tak zjistíme, že cena těchto křižovatek často převyší cenu výstavby okružních křižovatek.

Výstavba okružní křižovatky v současné době není nijak levná záležitost. Z tohoto důvodu bych alespoň na pozemní komunikaci ulice Čsl. armády zvýšil bezpečnost všech účastníků silničního provozu tím, že bych zde snížil rychlost projíždějících vozidel. Doporučil bych vybudovat střední dělicí ostrůvek na vjezdu do města od obce Rapotín, spojený s úpravou komunikace a to jejím optickým zúžením. Současná komunikace je na vjezdu do města šířky 9 m. Komunikaci bych zúžil na šíři 3,25 m pro každý směr jízdy. Oba jízdní pruhy bych od sebe rozdělil středním přerušovaným dělicím pásem. Získaný pruh o šířce 2,5 m lze dále využít jako cyklostezku, parkoviště s podélným parkováním.

Výstavba středního dělicího ostrůvku je v rozmezí 1 až 1,5 milionu korun a úprava komunikace stojí okolo 150 000,-Kč. Myslím si, že výstavba středního dělicího ostrůvku spojená s úpravou komunikace není v dnešní době nijak velká investice.

## Seznam použité literatury

- [1] *Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu)* – (v platném znění )
- [2] Folprecht, J.; Křivda, V. *Organizace a řízení dopravy I.*, VŠB-TU Ostrava, 2006  
158 s. ISBN 80-248-1020-4
- [3] Křivka, V. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*, VŠB-TU Ostrava, 2006.  
170 s. ISBN 80-248-1253-3
- [4] *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*  
Technické podmínky  
Schváleno MD – OPK č.j. 489/05-120 RS/1 ze dne 6.9.2005 s účinností od  
1.10.2005 – TP 135
- [5] Medelská, V.; Morava, P.; Nop, D.; Rojan, J.; *Dopravné inženýrstvo*, Alfa,  
Bratislava, 1991. 374 s. ISBN 80-05-00737-X
- [6] Policie ČR, oddělení dopravních nehod, *Evidence dopravních nehod*, Šumperk,  
2003 - 2008
- [7] <http://www.mapy.cz/> - Internetové stránky [5.11.2008]
- [8] Bradáč, A. a kol. *Soudní inženýrství*, CERM Akademické nakladatelství, Brno,  
1999
- [9] *Technické podmínky TP 132 Zásady návrhu dopravního zklidňování na místních komunikacích.* Schváleno MDS ČR-OKP č.j.: 19141/00-120 ze dne 5.4.2000  
s účinností od 1. května 2000
- [10] Skládaný, P., Pokorný, P. *Plošné zklidňování dopravy, zóny Tempo 30, opatření pro bezpečnost dětí.* CDV Brno, 2007
- [11] <http://www.sumperk.cz/> - Internetové stránky [15.2.2009]
- [12] <http://www.rpa.cz/Dotacni-programy> - Internetové stránky [15.2.2009]
- [13] Ing. Luděk Cěk, cenová nabídka pro město Zábřeh na vypracování okružní křižovatky – 2008, cenová nabídka pro obec Klopina na vypracování středních dělicích vjezdových ostrůvků – 2007
- [14] *Technické podmínky TP 145 Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi*  
Schváleno MDS ČR-OPK č.j.: 17005/01-120 ze dne 23.1.2001 s účinností od  
1. února 2001

## Seznam příloh

1. Fotodokumentace křižovatky Lidická – Čsl. armády
2. Počty vozidel za 24 hodin v jednotlivých směrech
3. Výpis dopravních nehod na křižovatce ulic Lidická – Čsl. armády v letech 2006 – 2008
4. Fotodokumentace dopravní nehody
5. Plánek místa dopravní nehody
6. Výkresová dokumentace návrhu okružní křižovatky
7. Výkresová dokumentace oboustranného dělicího ostrůvku
8. Odhad ceny okružní křižovatky
9. odhad ceny oboustranného dělicího ostrůvku



## **Příloha 1 : Fotodokumentace křižovatky Lidická – Čsl. armády**



**Obr. č. 7: Příjezd ke křižovatce po ulici Lidická ve směru od ulice Jesenická**



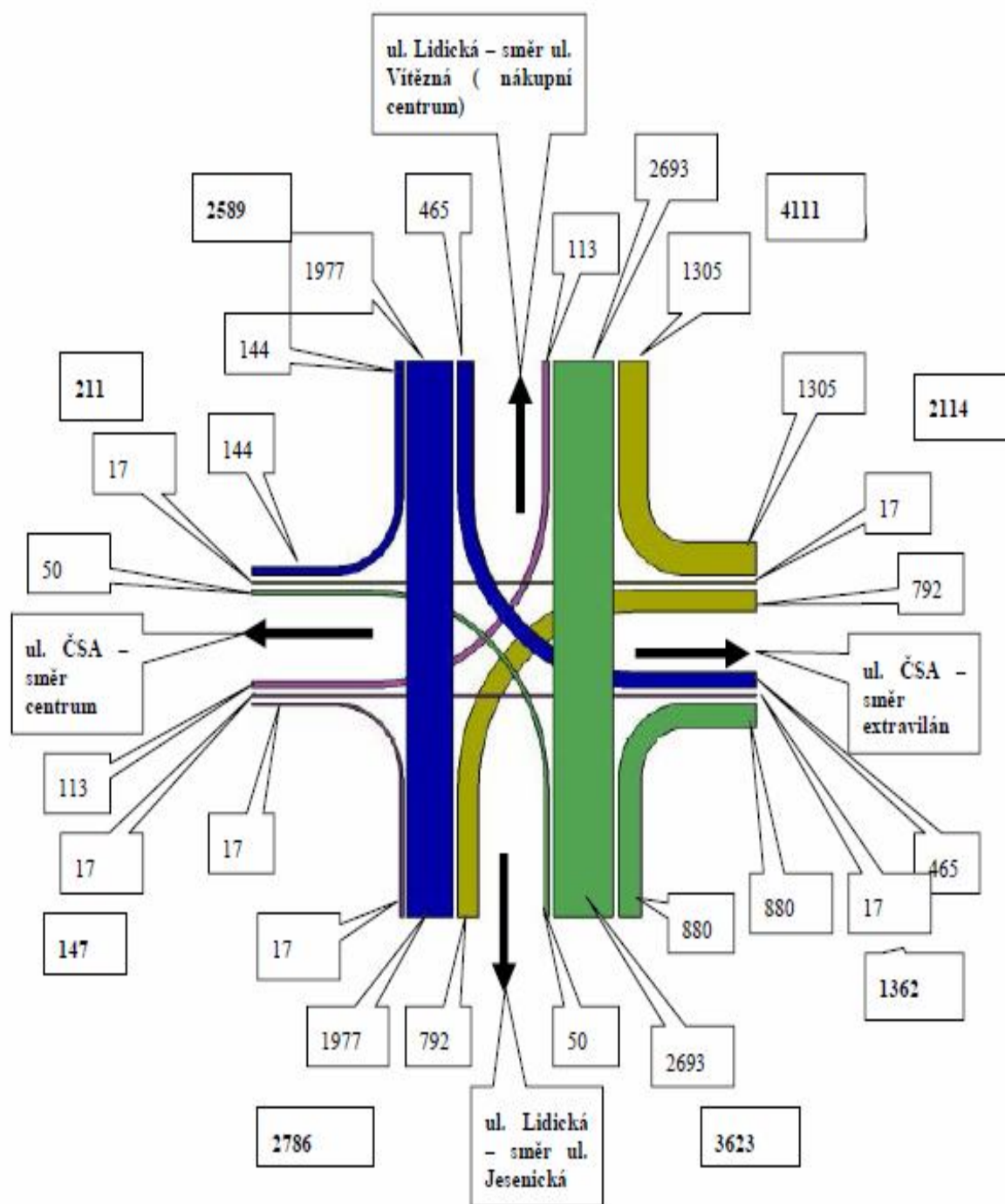
**Obr. č. 8: – Příjezd ke křižovatce po ulici ČSA ve směru od centra města**



**Obr. č. 9: – Příjezd ke křižovatce po ulici ČSA ve směru od extravilánu**



## Příloha 2 : Počty vozidel za 24 hodin v jednotlivých směrech



Obr. č. 10 – Sčítání intenzit dopravy v jednotlivých směrech

### **Příloha 3 : Výpis dopravních nehod na křižovatce ulic Lidická – ČSA v letech 2006 - 2008**

19.3.2006 – 12.20 hod.

DN – střet nákladního vozidla AVIA 31L s nákladním vozidlem Land Rover Defender. Obě vozidla jela za sebou po hlavní silnici Lidická. Řidič vozidla Land Roveru z důvodů vyvolaných silničním provozem na křižovatce silnic Lidická - ČSA zastavil, za ním jedoucí řidič vozidla Avia nedodržel bezpečnou vzdálenost, nestačil zastavit a lehce zezadu narazil do vozidla Land Roveru. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 20 000,-Kč (5 000 + 15 000 Kč).

25.4.2006 – 10.55 hod.

DN – střet osobního vozidla Škoda Fabia a nákladního vozidla Liaz. Řidič vozidla Škoda Fabia jedoucího po vedlejší silnici ulice ČSA od obce Rapotín chtěl na křižovatce této ulice odbočit vpravo ve směru k OD Kaufland, přičemž vjel vpravo vedle soupravy nákladního vozidla Liaz s návěsem, jehož řidič odbočoval ve stejném směru a vzhledem k rozměrům vozidla si musel nadjet ke středu komunikace. Při stáčení nákladního vozidla s návěsem došlo ke střetu pravého středního kola návěsu a levého předního obrysu vozidla Škoda Fabia. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 16 000,-Kč (15 000 + 1 000 Kč).

1.5.2006 – 16.30 hod.

DN – střet osobního vozidla Škoda 120L a dodávkového vozidla Škoda Pickup. Řidič vozidla Škoda 120 přijíždějícího po hlavní silnici při odbočování vlevo na vedlejší silnici nedal přednost vozidlu Škoda Pickup v jízdě protijedoucímu přijíždějícímu po hlavní silnici v protisměru. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 33 000,-Kč (3 000 + 30 000 Kč).

2.5.2006 – 12.30 hod.

DN – střet 3 osobních vozidel- Opel Rekord, Škoda 105L, Škoda Felicia a nákladního vozidla Ford Tranzit. Řidič nákladního vozidla jedoucího po vedlejší silnici ulice ČSA, od středu města zastavil z důvodů vyvolaných silničním provozem před hranicí křižovatky.

Za ním postupně zastavili v téže směru jedoucí řidiči osobních vozidel Škoda Felicia, Škoda 105L. Řidič osobního vozidla Opel Rekord nedodržel bezpečnou vzdálenost, nestačil zastavit a ze zadu narazil do vozidla Škoda 105L, které bylo silou nárazu odhozeno na vozidlo Škoda Felicia a toto pak na vozidlo Ford Tranzit. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u všech u řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 23 000,-Kč (3 000 + 3 000 + 15 000 + 2 000 Kč).

2.5.2006 – 13.20 hod.

DN – střet 3 osobních vozidel BMW 325i, Honda Concerto, Peugeot 206. Vozidla jela za sebou po hlavní silnici Lidická. Řidič vozidla BMW 325i z důvodů vyvolaných silničním provozem na křižovatce silnic Lidická - ČSA zastavil, za ním jedoucí řidič vozidla Honda Concerto zastavil v bezpečné vzdálenosti a řidič vozidla Peugeot 206 nedodržel bezpečnou vzdálenost, nestačil zastavit a zezadu narazil do vozidla Honda Concerto, které bylo silou nárazu odhozeno na vozidlo BMW 325i. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u všech řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 72 000,-Kč (2 000 + 30 000 + 40 000 Kč).

24.5.2006 – 11.45 hod.

DN – střet cyklisty s osobním vozidlem Škoda Octavia. Řidič vozidla Škoda Octavia přijížděl ke křižovatce po vedlejší silnici ČSA a při odbočování vlevo na hlavní silnici Lidická nedal přednost cyklistovi jedoucímu po hlavní silnici Lidická, následkem čehož došlo ke střetu. Při DN došlo k těžkému zranění cyklisty. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 4 000,-Kč (3 000 + 1 000 Kč).

31.5.2006 – 00.10 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Škoda 130 Rapid a Renault Laguna. Řidič vozidla Škoda 130 Rapid jedoucího po vedlejší silnici ČSA nerespektoval dopravní značku P4 „Dej přednost v jízdě“ a při vjíždění v plné rychlosti do křižovatky nedal přednost řidiči vozidla Renault Laguna, který na vzniklou situaci již nestačil zareagovat a narazil do boční pravé strany do vozidla Škoda 130 Rapid. Při DN došlo k těžkému zranění obou osádek vozidel. Řidič vozidla Škoda 130 Rapid nevlastnil příslušné řidičské oprávnění pro řízení motorových vozidel. Dechová zkouška u řidiče vozidla Renault Laguna byla pozitivní. Na vozidlech vznikla celková škoda 115 000,-Kč (15 000 + 100 000 Kč).

19.9.2006 – 08.55 hod.

DN – střet cyklisty s osobním vozidlem škoda Forman. Cyklista přijíždějící po hlavní silnici při odbočování vlevo najel do protisměru, kde se střetl s vozidlem Škoda Forman, které jelo po hlavní silnici a tomuto nedal přednost. DN s těžkým zraněním cyklisty. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidle vznikla škoda 15 000,-Kč, na jízdním kole 500,-Kč.

18.11.2006 – 18.40 hod.

DN – střet chodce s osobním vozidlem Škoda 120L. Řidič vozidla Škoda 120L jedoucí po hlavní silnici Lidická, nedal na hranici křižovatky se silnicí ČSA na vyznačeném přechodu pro chodce přednost chodci, který pro přechodu pro chodce přecházel silnici Lidickou, z pohledu řidiče vozidla zleva doprava. Následkem došlo ke střetu vozidla s chodcem. DN s těžkým zraněním chodce. Dechová zkouška u řidiče i chodce byla negativní. Na vozidle vznikla škoda 2 000,-Kč.

6.12.2006 – 19.30 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Škoda 120L a Ford Fiesta. Řidič vozidla Škoda 120L jedoucí po hlavní silnici Lidická nezvládl při průjezdu křižovatkou Lidická – ČSA řízení vozidla na zmrzlé silnici, dostal smyk a s vozidlem vjel do protisměru, kde se střetl čelně s vozidlem Ford Fiesta. DN bez zranění. Dechová zkouška u řidiče vozidla Škoda 120L byla pozitivní. Na vozidlech vznikla škoda 29 000,-Kč (4 000 + 25 000 Kč).

31.1.2007 – 13.15 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Seat Toledo a Citroen Berlingo. Řidič vozidla Seat Toledo jedoucího po vedlejší silnici ČSA nerespektoval dopravní značku P6 „Stůj! Dej přednost v jízdě“ vjel do křižovatky, kde nedal přednost řidiči vozidla Citroen Berlingo, jedoucího po hlavní silnici a došlo k lehkému střetu vozidel. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 12 000,-Kč (10 000 + 2 000 Kč).

29.4.2007 – 09.45 hod.

DN – střet cyklisty s osobním vozidlem Daewoo Lanos. Řidič vozidla Daewoo Lanos přijížděl ke křižovatce po vedlejší silnici ČSA a při odbočování vlevo na hlavní silnici Lidická nedal přednost cyklistovi jedoucímu po hlavní silnici Lidická, následkem čehož došlo ke střetu. Při DN došlo k lehkému zranění cyklisty. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 1 000,-Kč ( 500 + 500 Kč).

26.6.2007 – 08.55 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Audi 80 a Mitsubishi Carisma. Řidič vozidla Audi 80 jedoucího po vedlejší silnici ČSA nerespektoval dopravní značku P6 „Stůj! Dej přednost v jízdě“ vjel do křižovatky, kde nedal přednost řidiči vozidla Mitsubishi Carisma, jedoucího po hlavní silnici a došlo k lehkému střetu vozidel. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 27 000,-Kč (2 000 + 25 000 Kč).

26.7.2007 – 15.45 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Škoda Fabia a Škoda 120L. Řidič vozidla Škoda Fabia jedoucího po vedlejší silnici ČSA nerespektoval dopravní značku P6 „Stůj! Dej přednost v jízdě“ vjel do křižovatky, kde nedal přednost řidiči vozidla Škoda 120L, jedoucího po hlavní silnici a došlo k lehkému střetu vozidel. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 20 000,-Kč (15 000 + 5 000 Kč).

4.10.2007 – 16.40 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Daihatsu Charade a Dacia Nova. Řidič vozidla Daihatsu Charade jedoucího po vedlejší silnici ČSA od centra města při příjezdu ke křižovatce silnic Lidická-ČSA, odbočoval vlevo na hlavní silnici a při tom nedal přednost řidiči vozidla Dacia Nova, který taktéž odbočoval z vedlejší silnice ČSA na hlavní silnici Lidická, ale v protisměru. Došlo k lehkému střetu vozidel. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 45 000,-Kč (30 000 + 15 000 Kč).

12.2.2008 – 10.40 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Chrysler Voyager a Ford Fiesta. Obě vozidla jela za sebou po hlavní silnici Lidická. Řidič vozidla Chrysler Voyager z důvodů vyvolaných silničním provozem na křižovatce silnic Lidická - ČSA zastavil. Za ním jedoucí řidič vozidla Ford Fiesta nedodržel bezpečnou vzdálenost, nestačil zastavit a lehce zezadu narazil do vozidla Chrysler Voyager. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 10 000,-Kč (5 000 + 5 000 Kč).

5.9.2008 – 13.30 hod.

DN – střet chodce s osobním vozidlem Škoda 120L. Řidič vozidla Škoda 120L jedoucí po hlavní silnici Lidická, nedal na hranici křižovatky se silnicí ČSA na vyznačeném přechodu pro chodce přednost chodci, který po přechodu pro chodce přecházel silnici Lidickou, z pohledu řidiče vozidla zleva doprava. Následkem došlo ke střetu vozidla s chodcem. DN s těžkým zraněním chodce. Dechová zkouška u řidiče i chodce byla negativní. Na vozidle vznikla škoda 2 000,-Kč.

14.11.2008 – 18.30 hod.

DN – střet dvou osobních vozidel Škoda Felicia a Ford Eskort. Obě vozidla jela za sebou po hlavní silnici Lidická. Řidič vozidla Škoda Felicia z důvodů vyvolaných silničním provozem na křižovatce silnic Lidická - ČSA zastavil, za ním jedoucí řidič vozidla Ford Eskort nedodržel bezpečnou vzdálenost, nestačil zastavit a lehce zezadu narazil do vozidla Škoda Felicia. DN bez zranění osob. Dechová zkouška u obou řidičů byla negativní. Na vozidlech vznikla celková škoda 25 000,-Kč (25 000 + 5 000 Kč).

30.11.2008 – 18.15 hod.

DN – střet cyklisty s osobním vozidlem Škoda Favorit. Cyklista vjížděl do křižovatky silnic Lidická –ČSA z místa ležícího mimo silnici, při tomto nedal přednost řidiči vozidla Škoda Favorit jedoucímu po hlavní silnici Lidická, následkem čehož došlo ke střetu. Při DN došlo k lehkému zranění cyklisty. Dechová zkouška u cyklisty byla pozitivní. Na vozidle vznikla celková škoda 1 000,-Kč, na jízdním kole vznikla škoda 500,-Kč.

## **Příloha 4 : Fotodokumentace dopravní nehody**



**Obr. č. 11: Křižovatka ve směru jízdy viníka DN - ul. Čsl. armády**



**Obr. č. 12: Křižovatka ve směru jízdy poškozeného řidiče – ulice Lidická**





**Obr. č.13: Brzdné stopy vozidla viníka a postavení vozidel po nehodě**



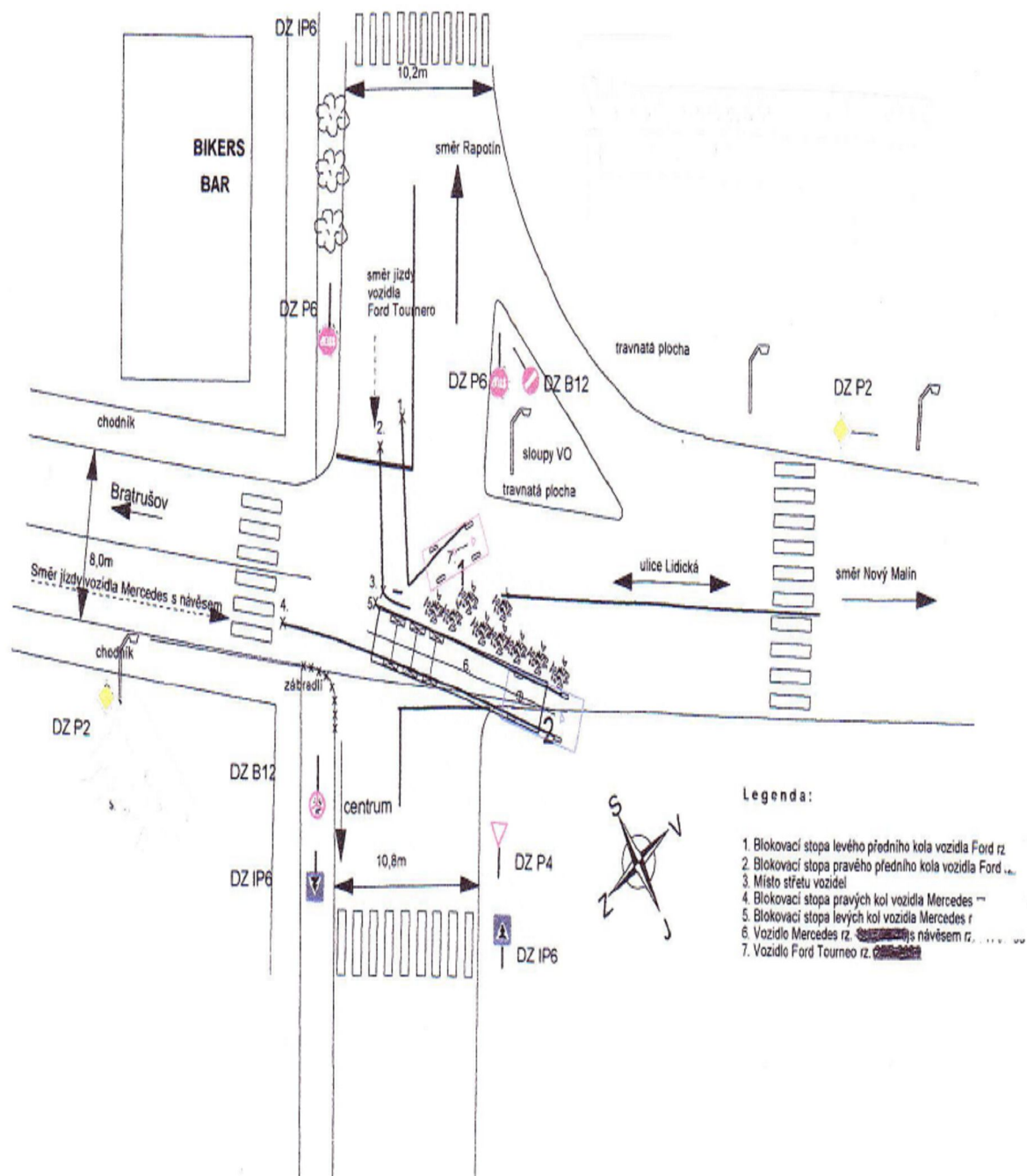
**Obr. č. 14 : Brzdné stopy viníka DN**



**Obr. č. 15: Pohled na rozsah poškození vozidla viníka DN**

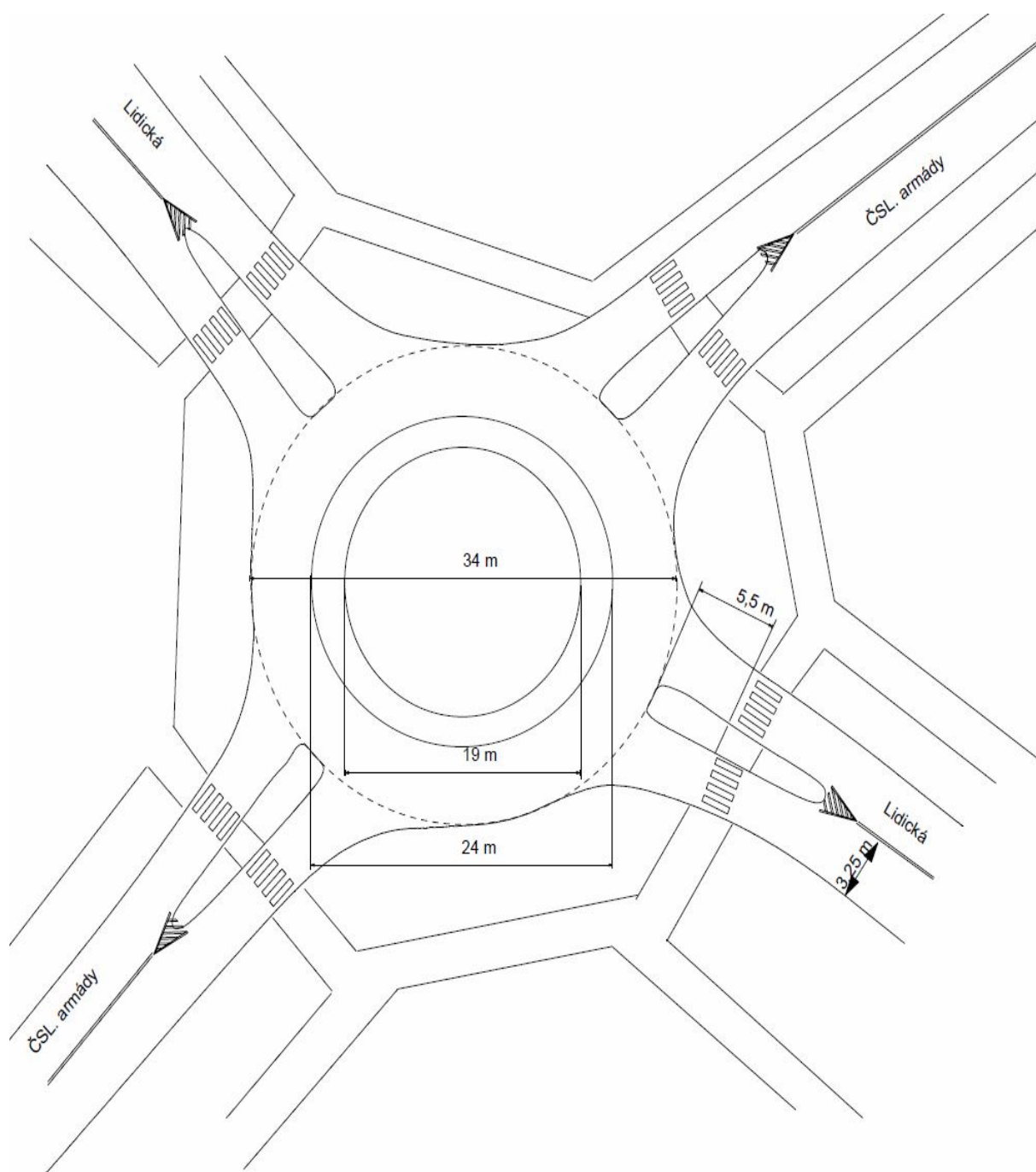


## Příloha 5 : Plánek místa dopravní nehody ze dne 25.5.2008

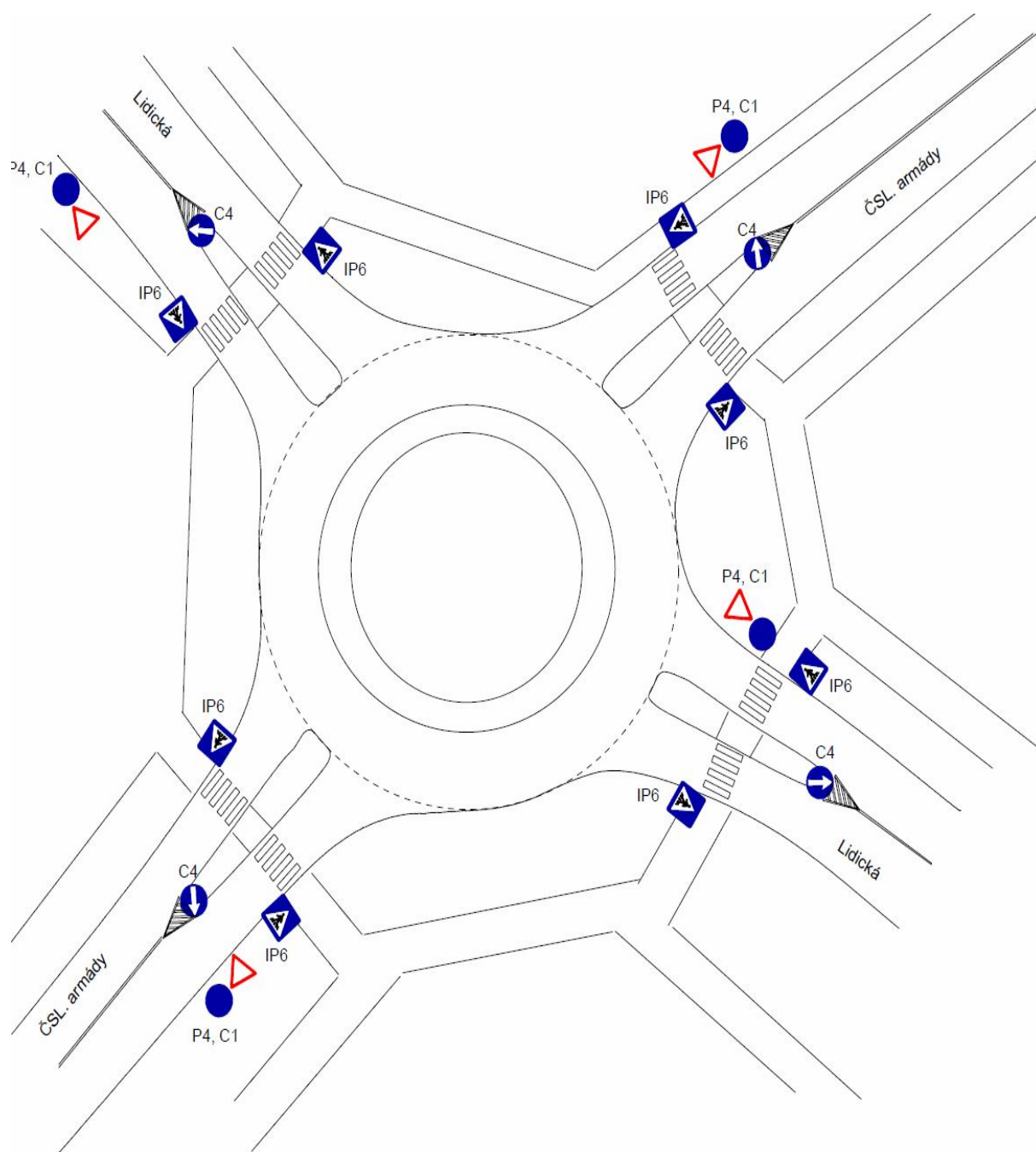


Obrázek č. 16 : Plánek místa dopravní nehody

**Příloha č. 6: Návrh okružní křižovatky - výkres**

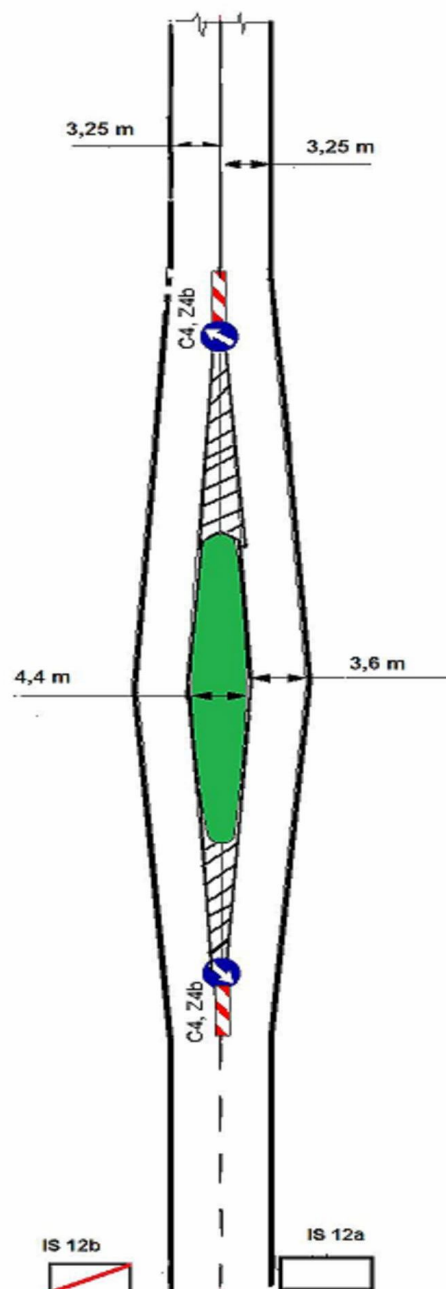


**Obrázek č. 17 : Návrh okružní křižovatky – výkres**



**Obrázek č. 18 : Návrh okružní křižovatky – dopravní značení**

**Příloha č. 7: Návrh oboustranného dělícího ostrůvku**



**Obrázek č. 19 : Návrh dělícího ostrůvku na vjezdu do města od obce Rapotín**

## Příloha č. 8: Odhad ceny okružní křižovatky [13]

### Demolice, příprava území

Popis objektu	jednotky	m.j.	Kč/m.j	Kč
Příprava území	m <sup>2</sup>	1550	20	31 000
Odstranění stávající	m <sup>2</sup>	1344	900	1 209 600
Přeložky inženýrských sítí	odhad			1 400 000
Celkem				2 640 600

### Komunikace, chodníky, středový ostrůvek, dělicí ostrůvky

Popis objektu	jednotky	m.j.	Kč/m.j	Kč
Vybudování chodníků	m <sup>2</sup>	200	1 500	300 000
Vybudování vozovky	m <sup>2</sup>	1344	2 500	3 360 000
Obrubníky : kolem středového	m	76	450	33 950
Obrubníky : kolem dělicích ostrůvků	m	140	450	63 000
Přídlažba	m <sup>2</sup>	15	600	9 000
Dopravní značení - trvalé				
svislé	ks	20	6 000	120 000
vodorovné	bm	200	50	10 000
Dopravní značení - dočasné : odhad				100 000
Vyznačený přechod pro chodce – vodorovné značení	1 přechod	4	4 000	16 000
Celkem				4 011 950

**Elektro objekty**

<b>Popis objektu</b>	<b>jednotky</b>	<b>m.j.</b>	<b>Kč/m.j</b>	<b>Kč</b>
Rozvody VO	odhad			250 000
Svítidla + sloupy	ks	8	30 000	240 000
Napojení	soubor	8	5 000	40 000
Celkem				530 000

**Vegetační úpravy a rekultivace**

<b>Popis objektu</b>	<b>jednotky</b>	<b>m.j.</b>	<b>Kč/m.j</b>	<b>Kč</b>
ohumusování a osetí	m <sup>2</sup>	380	220	83 465
Celkem				83 465

CELKEM (bez DPH)	7 266 015,-Kč
DPH 19 %	1 380 545,- Kč
<b>SOUHRN CELKEM (s DPH)</b>	<b>8 646 560,-Kč</b>



## Příloha č. 9: Odhad ceny oboustranného dělicího ostrůvku [13]

### Demolice, příprava území

Popis objektu	jednotky	m.j.	Kč/m.j	Kč
Příprava území	m <sup>2</sup>	800	20	16 000
Odstranění stávající vozovky	m	50	200	10 000
Celkem				26 000

### Komunikace

Popis objektu	jednotky	m.j.	Kč/m.j	Kč
Střední dělicí ostrůvek :				
vrchní stavba vozovky – její rozšíření	m <sup>2</sup>	400	1 600	640 000
vrchní stavba vozovky – stávající jízdní pruh	m <sup>2</sup>	200	500	100 000
Obrubníky , předlažba	m	70	450	31 500
Dopravní značení - trvalé				
svislé	ks	4	6 000	24 000
vodorovné	bm	200	50	10 000
Dopravní značení - dočasné : odhad				40 000
Celkem				845 500

### Elektro objekty

Popis objektu	jednotky	m.j.	Kč/m.j	Kč
Rozvody VO	m	70	800	56 000
Svítlidla + sloupky	ks	2	30 000	60 000
Napojení	soubor	2	5 000	10 000
Celkem				126 000

**Vegetační úpravy a rekultivace**

<b>Popis objektu</b>	<b>jednotky</b>	<b>m.j.</b>	<b>Kč/m.j</b>	<b>Kč</b>
ohumusování a osetí	m <sup>2</sup>	50	220	11 000
Celkem				11 000

CELKEM (bez DPH)	1 008 500,-Kč
DPH 19 %	191 615,-Kč
<b>SOUHRN CELKEM (s DPH)</b>	<b>1 200 115,-Kč</b>